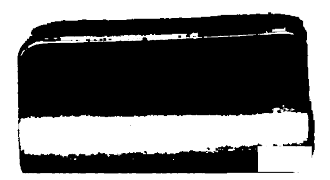




ANNALEN

DER

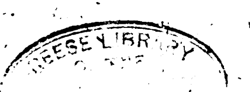
PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR ZU HALLE.



SIEBENTER BAND.

NEBST FÜNF KUPFERTAFELN

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1801.

INHALT.

Siebenten Bandes erstes Stück.

* 2

Siebenten Bandes zweites Stück.

Siebenten Bandes drittes Stück.

Siebenten Bandes viertes Stück.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1801, ERSTES STÜCK.

I.

BEITRAG
zur physischen Geschichte der merkwürdigen Winter der Jahre 1798 und 1799

von

CARL WILHELM BÖCKMANN
in Carlsruhe.

Die beiden strengen Winter von 1798 und 1799 gehören unstreitig mit zu den ausgezeichnetsten dieses Jahrhunderts, und es ist daher bei der so allgemeinen Würdigung der Naturkunde überhaupt, und insbesondere auch der Witterungslehre, nicht zu bezweifeln, daſs irgend ein thätiger Naturforscher die gewiſs interessante Arbeit übernehmen werde, uns auch eine vollständige physische Geschichte dieser beiden Winter zu schenken, so wie einst van Swinden *) uns solche von dem so heftigen Winter von 1776 auf eine musterhafte Weise gab.

*) *Observations sur le froid rigoureux 1776, par* van Swinden.

Um wenigstens einen kleinen Beitrag dazu zu liefern, dränge ich hier, nach dem Beispiele meines Vaters in Absicht des Winters von 1783 auf 84, *) dasjenige kurz zusammen, was ich in *Carlsruhe* während jener Winter in Rücksicht ihres *Anfangs*, ihrer *Stärke*, ihrer *Dauer*, der besondern sie begleitenden *Umstände* und ihrer vornehmsten *Wirkungen* und *Folgen* beobachtet habe.

Nachfolgende kleine Vorerinnerungen dürften vielleicht nicht ganz überflüssig seyn.

Mein gewöhnliches *Beobachtungs-Barometer* ist von einem geschickten Künstler mit aller nöthigen Sorgfalt verfertigt; die Glasröhre hat gegen 2 Linien, der Kolben aber beinahe 16 Linien im Lichten. Das Quecksilber, womit dieses Instrument gefüllt ist, ward aus reinem rothen Quecksilber-Oxyd reducirt, und nach dem Füllen ist es 2 mahl ausgekocht worden. Die Scale ist nach dem genauesten (alt-) französischen Maasse vom Niveau an aufgetragen; ein wohl getheilter Vernier giebt 0,1 einer Linie an, und man kann also leicht $\frac{1}{20}$ einer Linie schätzen.

Das wohl calibrirte, mit gleichem Fleisse verfertigte, vollkommen luftleere *Quecksilber-Thermometer* ist von dem natürlichen Gefrierpunkte an bis zum Siedepunkte, (bei 27 Zoll 8 Linien Baro-

*) *Carlsruher Beiträge zur physischen Geschichte des aufserordentlichen Winters vom November 1783 bis April 1784.* Von J. L. Böckmann, 1784, bei Macklot.

meterhöhe,) in 80 gleiche Theile getheilt, hängt durchaus frei, und gerade gegen Norden.

Die *Richtung des Windes* beobachtete ich an 3 empfindlichen Windfahnen auf dem vor mir liegenden fürstlichen Schlosse; doch nahm ich auch Rücksicht auf den Gang der Wolken, auf die Richtung des Rauchs aus den Kaminen, und bei dunkler Nacht fand ich auch wohl durch einen nass gemachten Finger und der daran bemerkten Kühle, die Gegend, woher der Wind kam.

Nach meines Vaters vieljährigen Beobachtungen ist die *mittlere Barometerhöhe für Carlsruhe* 27 Zoll und 8,2 Linien; und der *mittlere Thermometerstand* $9\frac{2}{3}$°.

Die *gewöhnlichen Beobachtungen* werden täglich 3 mahl angestellt, nämlich im *Sommer* des *Morgens* um 5 Uhr, im *Winter* um 7 Uhr; des *Mittags* jederzeit um 2; und des *Abends* um 10 Uhr. Ausserdem sehe ich aber noch öfters, besonders bei beträchtlichen Veränderungen in der Atmosphäre, nach den meteorologischen Instrumenten und trage das etwa gefundene Merkwürdige besonders in mein Tagebuch ein. Am Ende eines jeden Monats werden aus den sämmtlichen Beobachtungen mittlere Grösen gezogen, und aus diesen monatlichen wieder andere für das ganze Jahr, u. s. w. — Und nun sogleich zur *Beschreibung des*

Winters von 1798 *auf* 99.

Die *mittlern Temperaturen* der Monate *Juni*, *Juli*, *August*, *September* und *October* wa-

ren im Jahre 98 ziemlich übereinstimmend mit den hier aus vieljährigen Beobachtungen gezogenen mittlern Gröſsen. Der höchste Grad von Wärme betrug 28°, und zwar am 4ten August. — Auch im *Barometergange*, zeigte sich ebenfalls nichts besonders merkwürdiges.

Allein schon am 14ten *November* bemerkte man das erste Eis, und auf eine noch auffallendere Weise, sank am 25sten November das Quecksilber im Thermometer bis auf — 8° herab; dieser frühe Anfang der Kälte lieſs uns nicht ohne Wahrscheinlichkeit ihre zukünftige Stärke ahnden.

Die Kälte war indessen nicht anhaltend, sondern nahm schon nach einigen Tagen allmählig ab, und das Thermometer stand nachher bis zum 7ten *December über dem Eispunkte.* An diesem Tage fing, (mit Eintritt des Neumonds,) das Barometer an zu steigen; der Wind drehte sich von SW nach NO; das Wetter ward hell, und das Thermometer sank *unter* den Eispunkt hinunter.

Den 15ten, (gegen das 1ste Viertel,) *fiel* das *Barometer* wieder; dagegen *stieg* das *Wärmemaaſs* einige Grade *über* den Eispunkt; der Wind kam von W und SW und der Himmel überzog sich.

Den 20sten December, (4ten Tag vor dem Vollmonde,) fing das Barometer an schnell zu steigen und erreichte für dieses Jahr *seinen höchsten Stand*, nämlich 28 Zoll 3,7 Linien. Das Quecksilber im Thermometer zog sich wieder bis unter den Eispunkt zusammen; die Windfahnen drehten sich

nach N., und der Himmel hellte ſich vollkommen auf.

Die ſämmtlichen *merkwürdigern Veränderungen* des Thermometers vom 20ſten bis 31ſten December zeigt nächſtfolgende Tabelle.

December 1798.

Tage.	Morgens.	Mittags	Abends.
20.	— $1\frac{1}{4}$°	+ $\frac{1}{2}$°	0°
21.	— $3\frac{3}{4}$	+ $\frac{1}{2}$	— $4\frac{3}{4}$
22.	— $7\frac{1}{2}$	— $1\frac{1}{2}$	— 2
23.	— $1\frac{1}{3}$	— $3\frac{1}{2}$	— 5
24.	— $12\frac{1}{2}$	— $10\frac{1}{2}$	— 14
25.	— $16\frac{1}{4}$	— $12\frac{1}{4}$	— 18
26.	— 20	— $14\frac{1}{4}$	— $15\frac{1}{4}$
27.	— $16\frac{3}{4}$	— $10\frac{1}{2}$	— 10
28.	— 17	+ $1\frac{1}{4}$	— 4
29.	— 11	— $4\frac{1}{2}$	— 8
30.	— $8\frac{1}{5}$	— 3	— 2
31.	— $3\frac{1}{2}$	0	— $3\frac{1}{4}$

Die Kälte vom 26ſten, (— 20°,) iſt hier noch *niemahls beobachtet* worden, und es zeichnet ſich dieſer Winter dadurch vor allen andern aus.

Eben ſo merkwürdig iſt auch die *Abwechſelung* in den Temperaturen; denn der Unterſchied der Morgentemperatur zwiſchen dem 23ſten und 26ſten betrug $18\frac{2}{3}$°; und der Unterſchied vom 26ſten des Morgens bis zum Mittage des 28ſten war ſogar $21\frac{1}{4}$°. Um aber das ſo Auſserordentliche bei dieſer Erſcheinung deſto leichter einzuſehen, iſt zu bemerken, daſs die gewöhnlichen Unterſchiede der Temperaturen ſelbſt zwiſchen den Monaten Juni und December ſich nur auf 14 oder 15 Grade belaufen.

Schon am 26sten December war der Rhein an mehrern Orten zugefroren. Der Wind kam fast beständig von NO oder O. Nur am 28sten wehte er von SW, wobei auch das Thermometer auf $1\frac{1}{4}^{\circ}$ über den Eispunkt stieg, und folglich auf einige Stunden Thauwetter einfiel. Am 20sten, 25sten und 28sten fiel etwas Schnee, so, daſs die Erde etwa 2 bis 3 Zoll hoch damit bedeckt ward. Vom 27sten an war die Witterung veränderlich.

Das *Barometer* fiel vom 24sten an, wo es auf 28 Zoll 3,7 Linien stand, langsam herab, kam am 28sten bis zu 27 Zoll 3,4 Linien, stieg aber in 24 Stunden schon um 9 bis 10 Linien, und erreichte nach 62 Stunden wieder die Höhe von 28 Zoll 3,6 Linien.

Der mittlere Barometerstand aus 93 Beobachtungen betrug für diesen Monat 27 Zoll 9,7 Linien; die mittlere Temperatur aber — 1,2°. Wir hatten

30	mahl	NO	Wind
26	—	O	—
12	—	N	—
12	—	W	—
12	—	SW	—
1	—	S	—

Ganz klare Tage waren 10, eben so viel *trübe*, und 11 *vermischte*, unter diesen waren 6 regnig.

Im *Januar* 1799 blieb der Stand des Quecksilbers in dem Thermometer bis zum 11ten fortdauernd tief unter dem Eispunkte, und kam noch am

2ten und 6ten bis zu — 10° herab; der gewöhnliche Stand war des Morgens und Abends — 6° bis — 8°. Der Wind kam gröſstentheils aus O und NO; die Barometerhöhe war dabei über 28 Zoll, und der Himmel bis zum 6ten, (Neumond,) hell. In der Folge ward die Witterung duftig und neblig.

Am 11ten, (der 4te Tag nach Neumond,) ſtieg das Thermometer Mittags einige Grade über den Eispunkt herauf, ſank aber am Abend ſchon wieder und ſtand am

12ten des Abends	auf	— $8\frac{1}{4}$°
13ten des Morgens	—	— $10\frac{1}{4}$
14ten, (1ſtes Viertel,)	—	— 11
20ſten und 21ſten, (Vollmond,)	—	— 13
22ſten — — —	—	— $12\frac{3}{4}$
23ſten — — —	—	— $8\frac{1}{2}$

Allein des Mittags ſtieg das Queckſilber im Thermometer unvermuthet auf + $1\frac{3}{4}$°, und das Barometer fing an von ſeinem bisherigen hohen Stande herabzuſinken. Die Temperatur blieb bis zum 29ſten, (letztes Viertel,) immer zwiſchen 2 und 7 Grad über dem Eispunkte. Am 28ſten erreichte das Barometer ſeinen tiefſten Stand im ganzen Monate, nämlich 27 Zoll 2,7 Linien, und das Queckſilber im Thermometer ſtieg bis $7\frac{3}{4}$° über den Eispunkt. Den 29ſten war das Barometer wieder bis zu 27 Zoll 8,1 Linien geſtiegen, und das Thermometer umgekehrt auf — 2° herabgeſunken. Bis zum Ende des Monats blieb dann der Stand des Thermometers

und Barometers ohne grofse Veränderungen abwechfelnd.

Während der kalten Tage vom 11ten an, wehten O und NO Winde, und das Wetter war beftändig hell. Endlich ging der Wind durch SO nach S und SW, wodurch dann am 28ften volles Thauwetter eintrat.

Der mittlere Barometerftand aus 93 Beobachtungen war für diefen Monat 27 Zoll 11,7 Linien, und die mittlere Temperatur — 4°. Wir hatten

51	mahl	O	Wind
13	—	W	—
12	—	SW	—
9	—	NO	—
6	—	SO	—
2	—	S	—

Es waren 11 klare, 11 trübe und 9 vermifchte Tage. Aufser den Tagen vom 6ten bis 12ten, waren auch die zwifchen dem 18ten und 22ften neblig. Vom 23ften an regnete es täglich mehr oder weniger, und zuweilen mifchte fich auch Schnee darunter.

In den erften Tagen des *Februars* ftand das Barometer ziemlich unter der mittlern Höhe, ftieg aber vom 6ten bis 10ten um 11 Linien. Das Thermometer fank dagegen am 9ten wieder bis — $9\frac{1}{2}$° herab, da es fchon vom 3ten an beftändig einige Grade unter dem Eispunkte gewefen war. Am 11ten fiel das Barometer während 24 Stunden um 13 Linien, und das Thermometer ftieg wieder bis

auf 5° über den Eispunkt. Am 12ten, (1stes Viertel,) stieg das Barometer 9½ Linien, und schwankte dann bis zum Ende des Monats um einige Linien auf und ab.

Das Thermometer blieb seit dem 14ten beständig über dem Eispunkte, und erreichte einigemahl eine Höhe von + 12°. Dabei war die Witterung meistens trübe und feucht, mit Schnee oder Regen vermischt.

Die mittlere Barometerhöhe aus 84 Beobachtungen war 27 Zoll 8,7 Linien; der mittlere Thermometerstand betrug + 2,9°, und die herrschenden Winde kamen von W und SW.

Der Monat *März* zeichnete sich durch nichts besonderes aus. Die mittlere Barometerhöhe war aus 93 Beobachtungen 27 Zoll 8,2 Linien, und die mittlere Temperatur + 3,7°. Die herrschenden Winde wehten von O und NO, wie hier gewöhnlich im Frühjahre. Die Witterung war im Ganzen trocken, hell, windig und rauh.

Der Monat *Mai* war kühl, so daſs man vom 16ten bis 19ten gezwungen war, einzuheitzen. Die mittlere Temperatur betrug indessen doch + 11 Grade. — Ich komme nun zur *Beschreibung des*

Winters vom Jahre 1799 *auf* 1800.

Der vorangegangene *Sommer* war in Absicht der Temperatur ziemlich kühl und dabei mehr trocken als feucht. Im Juni ward einigemahl der bekannte *Höhenrauch* beobachtet. Die gröſste Hitze war am

8ten August, an welchem Tage das Thermometer auf + 27° stieg. Der Sommer war also nicht prognostisch für einen kalten Winter.

Das *Spätjahr* war gröfstentheils ziemlich unfreundlich und regnig. Man war schon in den ersten Tagen des *Octobers* genöthigt, einzufeuern, und am 17ten dieses Monats ward hier das erste Eis bemerkt.

Vom 18ten *November* an stand aber das Thermometer des Morgens gewöhnlich wenigstens auf dem Eispunkte, auch wohl einige Grade darunter, und am 30sten schon auf — 5°.

Am 12ten *December*, (Vollmond,) kam das Barometer, welches bisher immer ziemlich tief gestanden hatte, wieder bis auf 28 Zoll und 0,2 Linien, und das Queckfilber im Thermometer, welches seit dem 6ten beständig einige Grade über dem Eispunkte gewesen, sank bis — 3° herab. Am 17ten stand das Thermometer auf — 5¼, am 19ten, (letztes Viertel,) auf — 7°, am 20sten auf — 8° und am 21sten auf — 10°.

Jetzt ging der Rhein stark mit Grundeis und fing bereits an, sich an mehrern Orten zu stellen; der Wind war dabei anhaltend NO, und der Himmel mehr trübe als hell.

An den folgenden Tagen war die Kälte um etwas geringer, nahm aber vom 28sten an wieder zu; an den letzten Tagen des Monats beobachtete ich folgende Stände des Thermometers:

Decemb.	Morgens.	Mittags.	Abends.
28	— $11\frac{1}{4}$°	— 8°	— $13\frac{1}{2}$°
29	— $9\frac{1}{2}$	— $6\frac{1}{2}$	— $7\frac{1}{2}$
30	— 12	— 9	— $13\frac{1}{2}$
31	— $14\frac{2}{3}$	— 8	— $11\frac{1}{2}$

Der Himmel war bei dieser beträchtlichen Kälte heiter, und der Wind wehte von NO, das Quecksilber im Barometer stand immer hoch, und erreichte besonders am 30sten und 31sten eine Höhe von 28 Zoll 5,3 Linien; es war also 9 bis 11 Linien über der hiesigen mittlern Höhe, und stand nur gegen 0,7 Linien niedriger als im Jahre 1779, wo es wenigstens seit 33 Jahren, als seit welcher Zeit mein Vater hier schon seine täglichen Beobachtungen anstellte, den höchsten Stand erreicht hatte.

Die mittlere Temperatur dieses Monats war — 3°. Die herrschenden Winde kamen von NO und O. Die Witterung war anfangs neblig; am 18ten fiel der erste Schnee; wir hatten überhaupt trockene und trübe Witterung.

Im *Januar* 1800 nahm die Kälte ziemlich schnell ab; denn schon am 2ten kam das Thermometer bis nahe an den Eispunkt herauf; es sank indessen in der Nacht wieder bis zu — $3\frac{1}{2}$°. Am 3ten stand es auf — 3°, stieg aber schnell und kam Mittags sogar bis + 7°. Es fand also wieder in 3 bis 4 Tagen ein Unterschied von 21 Graden statt.

Wir hatten in der Folge eine für diesen Monat ungewöhnlich warme Witterung, indem das Thermometer fast immer mehrere Grade über dem Eis-

punkte ſtand, und nur am 7ten, 15ten, 22ſten und 23ſten auf — ½° bis — 1½° herabſank.

Seit dem 2ten, (1ſtes Viertel,) war das Barometer von ſeinem vorigen hohen Stande ſchnell gefallen, nämlich innerhalb 2 Tage um 10 Linien.

Die mittlere Temperatur des Monats war aus 93 Beobachtungen + 2,3°. Die Winde wechſelten von SW und NO; auch hatten wir mehreremahl den bei uns ſo ſeltnen S Wind. Die Witterung war meiſtens trübe und trocken, und ich beobachtete kaum einen völlig klaren Tag.

Am 6ten *Februar*, (4ter Tag vor dem Vollmonde,) ſtellte ſich die Kälte aufs neue wieder ein. Das Thermometer ſank am 9ten, (Vollmond,) auf — 6½° und am 11ten bis auf — 7° herab; am 20ſten, (4te Tag vor dem Neumonde,) ſtand es auf — 6¼°, und blieb überhaupt vom 9ten bis 23ſten, (Neumond,) des Morgens beſtändig mehrere Grade unter dem Eispunkte, ob es gleich des Mittags gewöhnlich bis zu + 2°, auch einigemahl bis zu + 5°, heraufſtieg. Am 27ſten, (4te Tag nach dem Neumonde,) ſank das Queckſilber im Thermometer aufs neue bis — 4°, und am 28ſten bis — 5° herab, und blieb, ſelbſt am Mittage, auf — 1½° ſtehen.

Das Barometer ſtand in der erſten Hälfte des Monats gewöhnlich mehrere Linien über ſeiner mittlern Höhe, in der letzten Hälfte aber auf dieſer, oder nur wenige Linien darunter. Sein höchſter Stand war am 4ten 28 Zoll 2,3 Linien, ſein tiefſter am 23ſten 27 Zoll 1,4 Linien.

Die mittlere Temperatur aus 84 Beobachtungen betrug + 0,3°. Der Wind kam meistens von NO; die Witterung war hell, einigemahl schneite und regnete es, wiewohl im Ganzen sehr wenig.

Es hielt die in den letzten Tagen des Februars eingetretene Kälte bis gegen den 16ten *März* an. Es stand das Thermometer am

6ten	auf	— $6\frac{1}{2}$°
7ten	—	— 8
8ten	—	— $5\frac{1}{2}$
9ten	—	— 7
10ten	—	— $7\frac{1}{2}$
11ten, (Vollmond,)		— 1

An diesem Tage fing sich die Kälte an zu brechen, das Thermometer zeigte Mittags schon über + 3°, stand am 12ten Morgens auf 0°, am 17ten, (letztes Viertel,) kam das Quecksilber Morgens endlich wieder auf + 3 und Mittags sogar auf + $9\frac{3}{4}$. Indessen war es am 20sten Morgens aufs neue bis — $2\frac{3}{4}$, und am 23sten bis — 5° herabgesunken. Von nun an stellte sich aber allmählig die Frühlingswärme ein, und am 28sten hatten wir Mittags schon eine Temperatur von + $14\frac{3}{4}$°.

Die mittlere Temperatur für diesen Monat betrug nach 93 Beobachtungen nur + 2,1°. Wir hatten gewöhnlich N, NO, und O Winde. Es fiel einigemahl, z.B. am 3ten, 4ten, 21sten und 22sten, etwas weniges Schnee, der aber nur einige Stunden liegen blieb. Es regnete sehr wenig, die Witterung

war überhaupt mehr hell als trübe, und an den letzten Tagen des Monats bereits sehr angenehm.

Während des ganzen *Aprils* stand das Thermometer fortdauernd über dem Eispunkte; ja, es kam am 8ten des Mittags schon bis auf + 19½°, und in der Folge stand es Mittags gewöhnlich zwischen 16 und 22°; selbst während der Nacht blieb es gewöhnlich auf + 10°.

Der Gang des Barometers zeigte nichts ausgezeichnetes.

Die mittlere Temperatur war nach 90 Beobachtungen + 11,5°. Die Winde kamen beinahe ununterbrochen von W und SW. Die Witterung war ziemlich veränderlich und nur mittelmäſsig feucht. Gegen Ende des Monats hatten wir einige schwüle Tage, mehreremahl kurze Gewitterregen und Wetterleuchten. Am 29sten Abends ½8 Uhr zog sich von SW her schnell ein Gewitter zusammen, es entstand ein sehr heftiger electrischer Wind; es blitzte häufig und ungemein stark, und dennoch hörte man nur Einmahl ganz in der Ferne einen schwachen Donner.

So war denn der Uebergang von dem Winter bis zum vollesten Frühling äuſserst schnell, und daher gewiſs auch merkwürdig. Schon am 13ten April standen die, sonst gewöhnlich zu sehr verschiedenen Zeiten blühenden, Obstbäume fast zugleich in voller Blüthe, und die Blätter an allen Arten von Bäumen kamen zusehends hervor.

Die mittlere Temperatur für den Monat *Mai* betrug nach 93 Beobachtungen + 14°, und daher 1° mehr als sonst gewöhnlich. Am 17ten kam bereits das Korn, und am 26sten diejenigen Weinstöcke, welche eine mittägliche Lage haben, in die Blüthe; letztere blühten voriges Jahr erst am 1sten Juli.

Der Monat *Juni* war ausgezeichnet kühl; denn die mittlere Wärme betrug nach 90 Beobachtungen nur etwas über + 12°, also 3° weniger als in gewöhnlichen Jahren, und nicht ganz 1° mehr als jene vom Monat April. Besonders kühl waren die Tage vom Neumonde bis zum Vollmonde, (vom 7ten bis 22sten.) Die mittlere Temperatur fur diese Tage insbesondere beträgt nur 10½°. Am 12ten stand das Thermometer früh um 4 Uhr nur auf + 4¾°; man beobachtete auch hie und da Wasserreifen, und war genöthigt, mehrere Tage, so wie voriges Jahr am 17ten und 18ten Mai, einzuheitzen. Es zeigten sich auch Spuren vom Höhenrauche, die Sonne erschien bei ihrem Untergange gewöhnlich in Dünste gehüllt und purpurroth.

Das Barometer zeichnete sich durch nichts besonderes aus; das Queckfilber in demselben stand gewöhnlich einige Linien über der mittlern Höhe. Die Winde kamen mehr von W und SW als von N. Die Witterung war veränderlich und für die Blüthe des Weinstocks sehr nachtheilig.

Im *Juli* betrug die mittlere Temperatur nur 14⅗°, und war daher um 1¾° geringer als in gewöhnli-

chen Jahren. Der Barometer-Stand war anhaltend hoch, so daſs seine mittlere Höhe 27″ 11,7‴ betrug. Die Winde kamen beinahe immer aus nördlichen und östlichen Gegenden, denn ich zähle unter 93 Beobachtungen allein 40mahl N und 20mahl NO oder O. Wir hatten fast durchaus einen wolkenfreien Himmel, obgleich öfters ein trockner Dunst, wie ein Höhenrauch, die Luft etwas undurchsichtig machte.

Es regnete nur an Einem Tage, nämlich am 22sten, auch da nur einige Stunden lang, und das Regenmaſs gab nicht ganz eine Linie gefallenes Wasser an. Dadurch entstand denn gegen Ende des Monats bereits eine für die Vegetation sehr nachtheilige Trockne. Die Erndte des Rockens, Weitzens und der Gerste, welche im vorigen Jahre erst zu Anfang Augusts statt hatte, fing diesen Sommer schon am 15ten Juli an.

Während der ersten Hälfte des *Augusts* war zwar die Mittagswärme beträchtlich, allein die Nächte doch kühl, so daſs die mittlere Temperatur bis zum 15ten kaum 14° betrug, und daher um 2° geringer als nach der mittlern Gröſse für diesen Monat gerechnet wird. Vom 15ten an nahm aber die Hitze auſserordentlich zu, so daſs das Thermometer Nachmittags ½ 3 Uhr bis auf 29° stieg; eine Hitze, die nur um ⅓° geringer ist, als die von den Jahren 1783 und 1788, welche die gröſste war, die hier jemahls beobachtet ward.

Das

Das Barometer stand fortdauernd beträchtlich über seiner mittlern Höhe, und fing erst gegen den 20sten, (Neumond,) an um einige Linien zu fallen.

Die Winde waren auch in diesem Monate auf eine ausserordentliche Weise fortdauernd nördlich und östlich, und der Himmel unbewölkt, obgleich öfters ziemlich dunstig. Die Electricität war sehr stark, und doch hatten wir in beiden Monaten noch kein einziges Gewitter gehabt; nur einigemahl sah man Nachts ein Wetterleuchten.

Da es bereits seit 58 Tagen nur einmahl, und auch da nur unbedeutend, geregnet hatte, und wir zuvor schon ziemlich lange keine eigentlich nasse Witterung gehabt hatten, so ward die Dürre so groſs, daſs in vielen Ortschaften die Brunnen versiegten, und viele Bäche so wenig Wasser gaben, daſs manche Gemeinde ihre Früchte auf 10 Stunden weit zur Mühle schicken muſste. Der Rhein und andere kleine Flüsse waren niedriger als bei Menschendenken, und das Schiffen und Flöſsen ward zum Theil unterbrochen.

Das Gras auf den Wiesen war gleichsam versengt, und daher die 2te Heuerndte gänzlich verloren; die Pflanzen in den Gärten und auf den Feldern standen gröſstentheils völlig verdorrt. Das Obst fiel in groſser Menge ab, und die Blätter an mancherlei Bäumen wurden wie im Herbste gelb und fielen herunter.

Es geriethen in unserer Gegend mehrere Wälder in Brand, wovon die Veranlassung noch nicht be-

kannt ist. Besonders verderbend war ein solcher in der Gegend des Murythals im Schwarzwalde, der 2 bis 3 Wochen fortdauerte, ungeachtet viele tausend Menschen bemüht waren, ihn zu löschen. Es ging hierdurch ein District von 6 bis 7 Stunden in der Länge und 3 bis 4 Stunden in der Breite mit vielen 1000 Klaftern schon gehauenen Brennholzes und einer grossen Anzahl Holländerstämme verloren, so dass man den Schaden auf einige Millionen Gulden rechnet. —

Erst gegen den Neumond fing der Wind an veränderlich zu werden, und sich gegen W und SW zu wenden; und am 20sten und 21sten bekamen wir endlich, nach einer so langen Hitze und Dürre, einige leichte und bald vorübergehende Gewitter, welche sich nachher in sehnlichst gewünschten Regen auflösten, und die Atmosphäre so abkühlten, dass das Thermometer den 22sten Morgens nur auf 11° stand, und also ein Unterschied von 18° Statt fand.

Um nun die Kälte der so eben beschriebenen beiden Winter mit der in *andern Jahrgängen*, vorzüglich auch in Rücksicht der *Stärke* und *Zeit*, in die der höchste Grad fiel, besser *vergleichen* zu können, dürften vielleicht nachstehende Beobachtungen dienlich seyn. Es ward nämlich in *Carlsruhe* die grösste Kälte beobachtet in den Jahren:

1781 am	6ten	Januar	— 7°
1787 —	2ten	December	— 7
1780 —	9ten	Januar	— 11
1789 —	29ſten	December	— 11
1779 —	9ten	Januar	— 11,5
1782 —	17ten	Februar	— 14
1786 —	11ten	März	— 14
1799 —	31ſten	December	— 14,7
1785 —	1ſten	März	— 15,7
1776 —	29ſten	Januar	— 16,2
1784 —	31ſten	Januar	— 17,5
1788 —	18ten	December	— 18,5
1783 —	30ſten	December	— 19
1798 —	26ſten	December	— 20

Der Grad der Kälte von 1798 iſt alſo unſtreitig wohl der höchſte, welcher in unſern Gegenden jemahls *beobachtet* ward. Und es iſt merkwürdig, daſs die gröſste Kälte, und insbeſondere, wenn ſolche von ausgezeichneter Stärke war, faſt immer ſchon in den Monat December fiel, da ſie, nach ſonſt gewöhnlich angenommenen meteorologiſchen Grundſätzen, erſt im Januar Statt haben ſollte.

In Abſicht der *Dauer* dieſer Winter bemerke ich, daſs das Thermometer vom 20ſten December 1798 bis zum 23ſten Januar 99 nur 3mahl, und zwar auf kurze Zeit, einige Grade über den Eispunkt heraufkam.

Zählet man ferner die Anzahl der beobachteten Grade von Kälte dieſer 33 Tage zuſammen, und berechnet daraus die mittlere Temperatur für dieſelben, ſo finden wir, daſs ſie nur — 6,1° betrug. Dagegen beobachtete ich im Winter von 1799 auf

1800 nur 23 solcher aufeinander folgender Frosttage, nämlich vom 12ten December bis zum 4ten Januar, und die mittlere Temperatur für diese Zeit betrug — 5°.

Vergleicht man noch die aus *mehrjährigen* Beobachtungen gefundenen *mittlern Temperaturen* für die 4 Wintermonate, mit den mittlern Temperaturen der nämlichen Monate von den Wintern 1783 auf 84, von 1788 auf 89, von 1798 auf 99 und von 1799 auf 1800 nach folgender Tabelle:

Monate.	Mittlere Temper. aus mehrern Jahren.	Mittlere Temper. v. Jahre 1783 auf 84.	Mittlere Temper. v Jahre 1788 auf 89.	Mittlere Temper. v. Jahre 1798 auf 99.	Mittlere Temper. v. Jahre 1799 auf 1800.
Decemb.	+ 1,7°	— 3,3°	— 7,3°	— 1,2	— 3,0°
Januar	— 0,5°	— 4,9°	— 1,1°	— 4,0	+ 2,3°
Februar.	+ 1,2°	— 1,2°	+ 3,8°	+ 2,9	+ 0,3°
März.	+ 5,6°	+ 2,8°	+ 1,3°	+ 3,6	+ 2,1°

so ergiebt sich daraus folgendes:

1. dass der *Winter* von 1783 auf 84 an *Dauer* die übrigen übertraf;
2. dass der *December* vom Jahre 1788 am *kältesten*, hingegen der vom Jahre 1798 am *gelindesten* gewesen;
3. dass der *kälteste Januar* im Jahre 1784 gewesen; dass ihm der von 1799 ziemlich nahe gekommen, und dass dieser Monat im Jahre 1800 verhältnissmäsig warm gewesen sey;
4. dass der *kälteste Februar* im Jahre 1784, der *gelindeste* aber im Jahre 1789 gewesen;

5. dafs der Monat *März in allen* diefen Jahrgängen *ungewöhnlich kalt*, und zwar im Jahre 1789 am *kälteften*, im Jahre 1799 aber am *gelindeften war*.

Ich wünfchte ferner auch noch die *Summe der Wärmegrade* vom 21ften *December* bis 20ften *März* zu wiffen, berechnete daher folche aus den Beobachtungen mehrerer Jahre, und fand fie für die hiefigen Gegenden + 158°. Dagegen erhielt ich für den Winter von 1798 auf 99, — 163°, folglich 321 Wärmegrade weniger; und für den Winter von 1799 auf 1800, + 38, alfo 120° weniger als in gewöhnlichen Jahren, welche fehlende Wärme dem Erdboden durch befonders folgende heifse Tage wieder erfetzt werden mufs, wenn nicht anders für Pflanzen-Oekonomie beträchtliche Folgen entftehen follen.

Die nachftehende Tabelle gewährt eine allgemeine vergleichende Ueberficht der vorzüglichften bisher einzeln angegebenen Beobachtungen und Refultate.

Winter	von 1783 auf 1784.	von 1788 auf 1789.	von 1798 auf 1799.	von 1799 auf 1800.
Gröſste Kälte.	am 18t. Dec. — 19°	am 30ſt. Dec. — 18,5°	am 26ſt. Dec. — 20°	am 31ſt. Dec. — 14,7°
Mittlere Temperaturen für				
December	— 3,3°	— 7,3°	— 1,2°	— 3,0°
Januar	— 4,9	— 1,1	— 4,0	+ 0,3
Februar	— 1,2	+ 3,8	+ 2,9	+ 0,3
März	+ 2,8	+ 1,3	+ 3,6	+ 2,1
Anzahl der Tage, wo das Thermom. während des ganzen Winters überhaupt unter dem Eispunkte ſtand.	110	90	77	81
Gröſste Anzahl auf einander folgender Froſttage, nur mit unbedeutenden wenigen Ausnahmen.	73	55	35	23
Mittlere Temperat. für die Tage.	— 4,0	— 6,3	— 6,1	— 5
Summe der vom 21ſten Decemb. bis 20ſten März Statt gehabten Wärmegrade.	— 206°	+ 28 *)	— 163	+ 38°
Unterſchiede dieſer Grade von den ſonſt gewöhnlichen.	— 364°	— 130°	— 321	— 120

*) Da im Winter von 1788 auf 89 die Kälte ſchon früh im November eintrat, und bereits in der Mitte des Januars gröſstentheils vorüber war, ſo könnte man, anſtatt vom 21ſten December bis 20ſten

Es ergiebt sich hieraus, dass die Anzahl der auf einander folgenden Frosttage im Winter von 1783 auf 1784 größser als in allen übrigen Jahrgängen, dass aber die Stärke der Kälte während dieser Tage im Winter von 1783 auf 1784 *kleiner*, als in den andern Jahrgängen war; und dass die mittlere Temperatur dieser Tage in den Wintern von 1788 auf 89 und von 1798 auf 99 sich fast gleich kömmt, doch mit dem Unterschiede, dass im erstern Winter 55 solcher Tage, im letztern aber nur 35 Statt hatten.

Die beiden Winter von 1783 auf 84 und 1788 auf 89 zeichneten sich vorzüglich auch noch durch die *ungeheure Menge* des *gefallenen Schnees* vor den beiden andern aus. Im Winter 1783 schneiete es einigemahl 60 bis 80 Stunden ununterbrochen fort, so, dass der Schnee in der Ebene 3 Fuss hoch lag; man konnte damahls überhaupt die mittlere Höhe des vom 28sten December bis 2ten April gefallenen Schnees, (während welcher Zeit es 31mahl geschneit hatte,) auf $4\frac{1}{2}$ Fuss rechnen.

Was endlich die mancherlei, theils *unmittelbaren*, theils *mittelbaren Wirkungen* und *Folgen* dieser beiden auf einander folgenden Winter, sowohl auf die *unorganische Natur*, als auch auf *Thier*- und

März zu zählen, die Anzahl der Grade vom 21sten November bis 20sten Februar berechnen, in welchem Falle man für jene + 28, — 704° bekäme.

Pflanzen-Oekonomie betrifft, so waren sie in mancherlei Rücksicht auffallend, und gaben auch denen von den Wintern von 1783 auf 84 und 1788 auf 89 wenig nach.

Die Stärke, womit die Kälte in Häuser, Keller u. s. w. eindrang, läſst sich nicht wohl allgemein und ganz bestimmt angeben, da in jedem einzelnen Gebäude besondere Lokalumstände mannigfaltige Veränderungen veranlassen. So gefroren z. B. hier und da in sonst wohlverwahrten Kellern mineralische Wasser, Bier u. s. w. in zugestopften Krügen. In einem verschlossenen Schranke auf dem Vorsaale des fürstlichen physischen Kabinets, der keinem Durchzuge ausgesetzt war, fand ich reines Wasser, Kalkwasser, verschiedene salzige Auflösungen in Wasser, schweflige, schwach gewässerte Säure, und verschiedene Auflösungen von Metallen in Säuren, welche Flüssigkeiten sämmtlich in gläsernen wohlverschlossenen Gefäſsen aufbewahrt sind, mehr oder weniger vollkommen in Eis verwandelt. Jedoch blieben die salzige Säure, die (vollkommene) Schwefelsäure, die gewässerte und rauchende, so wie die weiſse, Salpetersäure flüssig.

In mehrern starken Flaschen, welche theils ganz mit Wasser, theils mit Gasarten und Wasser gefüllt waren, und die in einem unmittelbar neben einem geheizten liegenden Zimmer aufbewahrt wurden, gefror das Wasser durchaus, wodurch die Gefäſse zum Theil in viele Stücke zersprengt wurden.

An einer Brücke in unserer Stadt, welche erst im Spätjahre erbaut worden war, waren verschiedene grosse Quadersteine, vermuthlich von der darin noch vorhandenen Feuchtigkeit, in kleine Platten, nach parallelen Richtungen, zersprengt worden.

Da die Erde, nicht einmahl überall, nur einige Zoll mit Schnee bedeckt war, welcher, wie bekannt, ein schlechter Leiter der Wärme, und daher eine so vortheilhafte Bedeckung für den Erdboden ist, so war man nicht ohne Grund für die Gewächse im Freien sehr besorgt. Bei meinen vielfältigen Untersuchungen, *wie tief die Erde gefroren sey*, fand ich sehr verschiedene Resultate, welches wahrscheinlich theils von der Bedeckung mit Schnee, Laub oder Rasen, theils aber von der mehr oder weniger gegen den Zug des Windes geschützten Lage überhaupt, und endlich von der besondern Beschaffenheit der Erde selbst, herzuleiten ist. So beobachtete ich z. B., dass schwere thonartige Erde, mit Schnee und Laub bedeckt, nur 11 bis 12 Zoll tief, unbedeckte Stellen aber 18 Zoll weit gefroren waren. Im leichtern Sandboden drang die Kälte bis 32 Zoll tief ein, und also nur 4 Zoll weniger als im Winter von 1783 auf 84.

Bei der heftigen Kälte des Decembers 1798 zersprangen in der Stadt und in den benachbarten Wäldern Kastanien- und Eichbäume mit grossem Krachen. Die Obstbäume hatten aber, mit Ausnahme der Pfirsichen und Aprikosen, wenig gelitten, da hinge-

gen in den Wintern von 1783 und 1788 ein grösser Theil derselben erfroren war.

Der Winterkohl und andere sonst im Freien ausdauernde Pflanzen waren fast allgemein zu Grunde gegangen.

Vorzüglich nachtheilig wirkte aber die grosse Kälte von 1798 auf die Weinstöcke, denn man war in unsern Gegenden beinahe allgemein genöthigt, das Holz am Boden abzuschneiden, und nur diejenigen wurden gerettet, welche man im Spätjahre niedergebogen und bedeckt hatte. In dem letzten Winter, von 1799 auf 1800, litt aber der Weinstock keinen Schaden, und wir würden eine ausserordentlich reiche Weinlese bekommen haben, wenn nicht die rauhe, und zum Theil regnige, Witterung während der Blüthe und die darauf folgende Dürre diese Hoffnung, wenigstens für manche Gegend, sehr geschwächt hätten.

In unserer Nachbarschaft kamen einige Menschen, so wie in den Waldungen mehrere Stücke Wild, durch die strenge Kälte ums Leben. Auch fielen an verschiedenen Orten Vögel, von Kälte und Hunger ermattet, sterbend aus der Luft. Raben und andere ziemlich scheue Vögel flogen schaarenweise in die Stadt herein, und man konnte sie mit leichter Mühe fangen.

Während jener kalten Wintertage fand ich die *Electricität der Atmosphäre* sehr stark; und nach vielen Prüfungen im *Sauerstoffmesser*, (Eudiometer,)

zeigte ſich ihr *Gehalt an Sauerſtoffgas* wirklich *gröſser*, als ſonſt gewöhnlich.

Am 26ſten December 1798, Abends, da das Thermometer auf — $15\frac{1}{4}^{\circ}$ ſtand, brachte ich durch künſtliche Kälte, vermittelſt eines Gemenges von Schnee und ſalzigſaurem Kalke, das Queckſilber binnen einigen Minuten zum Gefrieren; ein Weingeiſt-Thermometer zeigte in dem erkälteten Gemenge — 40° R.

Der nämlichen Kälte ſetzte ich in ſchicklichen Apparaten *Sauerſtoffgas*, *Stickſtoffgas*, (durch Schwefelkali-Auflöſung, wie auch durch hinlängliches Schütteln eines Bleiamalgama, aus der atmoſphäriſchen Luft abgeſchieden,) *Waſſerſtoffgas* und *Salpetergas* aus, um zu beobachten, ob vielleicht der mit den Grundlagen jener Gasarten chemiſch gebundene Wärmeſtoff ihnen entzogen werden könnte? Allein die Hauptreſultate gingen dahin, daſs nur eine *verhältniſsmäſsige Verdichtung der Gasarten* Statt hatte.

Während der anhaltenden Kälte im December 1798 froren die kleinern Flüſſe, und endlich auch der Rhein, gröſstentheils zu. Das Eis ward auf demſelben 17 bis 19 Zoll dick, und man fuhr häufig mit ſchwer beladenen Wagen darüber. Bei dem am 28ſten Januar 1799 eingetretenen ſchnellen Thauwetter, entſtand durch das Gewäſſer der kleinen Bäche und Flüſſe, welche aus den Schwarzwalds-Gebirgen kommen und ſich in unſrer Nachbarſchaft in den Rhein ergieſsen, vorzüglich in dem ſchönen

Gernsbacher Thale, ein beträchtlicher Schaden, da fast alle Brücken zerstört und eine Menge Holländerholz mit fortgeschlemmt ward. Der Rhein selbst schwoll durch den grossen Zufluss von Wasser am 30st. Januar 1799 ganz ausserordentlich an, stand 15 bis 17 Fuss über dem mittlern Maasse, und daher nur einige Fuss niedriger als bei seinem höchsten Stande, welchen man in diesem Jahrhundert hier beobachtet hat. Dennoch ging bei den getroffenen zweckmässigen Anstalten die befürchtete Wassersgefahr glücklich vorüber.

Durch gütige Mittheilung unsers verdienstvollen Hrn. Oberhofraths Schweickhardt bin ich im Stande, nachfolgende Bemerkungen in Rücksicht der Wirkung der Winterkälte vom Jahre 1798 auf 99 auf das Gesundheitswohl der Menschen anzugeben. Dieser thätige und einsichtsvolle Arzt beobachtete nämlich:

1. dass von Ausgang Decembers 1798 bis gegen die Mitte des Januars 99 reine idiopathische Entzündungsfieber, z. B. der Brust, der Leber u. s. w., welche hier eben nicht häufig sind, Statt hatten;
2. dass zum Blutspeien geneigte und überhaupt an der Brust leidende Personen, besonders an jenen kältesten Tagen, sich übler befanden, welches sehr für die neue Theorie der Respiration zu sprechen scheine;
3. dass die schon seit mehrern Jahren gegen den Monat Februar beobachteten schlimmen Fie-

ber, *Synochus putris* oder auch *typhus*, bis Ausgang Aprils ganz ausblieben;

4. dafs die *Pocken*, welche in *Raſtadt*, (5 Stunden von hier,) bei der ſtrengen Kälte herrſchten, ungeachtet des groſsen Verkehrs von dort hierher, gar nicht zu uns kamen, obſchon die *Maſern*, der gewöhnliche Vorläufer der Pocken, hier, jedoch äuſserſt gutartig, herrſchten;
5. dafs auf die Geſundheit der Thiere die groſse Kälte keine beſondern Folgen gehabt zu haben ſcheine. So hörte man auch nichts *von wüthenden* Hunden, obgleich dieſe fürchterliche Krankheit zum Theil von heftiger Kälte herrühren ſoll. — —

Uebrigens ſcheint mir die Beobachtung, daſs auch dieſe beiden kälten Winter von *Erdbeben* und *vulkaniſchen Ausbrüchen* begleitet geweſen, der Aufmerkſamkeit der Naturforſcher nicht unwerth zu ſeyn; und dies um ſo mehr, da uns die Geſchichte mehrere ähnliche Beiſpiele liefert. — Geſchahen hier vielleicht durch die, im Innern der Erde vorgehenden chemiſchen Prozeſſe, welche uns nur durch Ausbrüche von Vulkanen, Erdbeben und andere ähnliche Erſcheinungen an der Oberfläche bemerkbar werden, ſolche Veränderungen in der Atmoſphäre, wodurch *weniger freie Wärme* wirken kann? Oder wird etwa durch die, bei jenen Prozeſſen Statt habenden ungeheuren *Dampf*- und *Gasbildungen* ſo viel freie Wärme gebunden? Oder finden beide Umſtände mehr oder weniger gemeinſchaftlich Statt??—

Es verdient dieses wohl eine genauere Unterſuchung und Nachforſchung, und ich habe mir daher vorgenommen, in dieser Rückſicht die Geſchichte der vorzüglichſten kalten Winter älterer und neuerer Zeit, *) ſo wie die Beſchreibungen groſser Erdbeben und vulkaniſcher Eruptionen durchzugehen, um zu erforſchen, in wie fern dieſe Erſcheinungen vielleicht als Urſache und Wirkung von einander angeſehen werden können.

Verſchiedene Naturforſcher haben ſonſt wohl auch *viele* und *groſse Sonnenflecken* als die Urſache von der Kälte in der Atmoſphäre angeben wollen, und ſogar die Menge der Wärme berechnet, welche uns durch jene immer noch räthſelhafte Erſcheinungen entzogen werden ſollte. So wenig ich es auch wagen mag, mich über dieſe Vermuthung entſcheidend zu erklären, ſo verdient es doch wenigſtens

*) Unter dieſe gehören folgende Jahre: 554, 670, 717, 763, 824, 859, 864, 881, 913, 922, 928, 992, 994, 1022, 1126, 1143, 1149, 1205, 1206, 1234, 1250, 1251, 1257, 1287, 1295, 1323, 1361, 1385, 1392, 1399, 1434, 1442, 1457, 1464, 1468, 1480, 1482, 1502, 1511, 1514, 1543, 1552, 1564, 1568, 1575, 1608, 162$\frac{0}{1}$, 162$\frac{1}{2}$, 1655, 1670, 1684, 1709, 1716, 1729, 1731, 1732, 1740, 1742, 1745, 1746, 1747, 1748, 1749, 1751, 1754, 1755, 1757, 1758, 1759 auf 60, 1763, 176$\frac{6}{7}$, 176$\frac{7}{8}$, 1774, 1776, 178$\frac{3}{4}$, 178$\frac{8}{9}$, 179$\frac{4}{5}$. S. *Journal de Phyſique*, An VIII, Germinal, S. 282. *Lettres ſur les grands Hivres, adreſſées au* C. Cotte; par van Swinden, Profeſſeur à Amſterdam. *B.*

hier bemerkt zu werden, dass seit vielen Jahren die Sonnenscheibe vielleicht nie so rein von Flecken erschien, als gerade zur Zeit der letztern kalten Winter, worüber selbst Herr La Lande sich öffentlich äusserte. Und dennoch waren im Ganzen die Sommer nicht besonders heiss, und die Winter im Gegentheile ungewöhnlich kalt.

In wie fern endlich noch die Erscheinungen der *Nordlichter* auch mit den kalten Wintern in Verbindung stehen mögen, dürfte bis jetzt noch schwer zu bestimmen seyn. Nur dieses ist Thatsache, dass bei den merkwürdigen Wintern von 1783, 88, 98 und 99 diese schönen Phänomene hier durchaus nicht beobachtet wurden. Da überhaupt ihre Entstehung und Natur noch immer sehr problematisch ist, so würde gegenwärtig jede Muthmassung in obiger Rücksicht doppelt gewagt seyn. Indessen dünkt mich, verdiene doch dieses einige Aufmerksamkeit der Naturforscher, dass dieses Meteor in seiner Erscheinung auf eine besondere Art, wenigstens in unsrer gemässigten Zone, abwechselnd, *bald mehrere Jahre nach einander* in grosser *Menge* und *Schönheit* sich zeigt, *bald viele Jahre gar nicht*, oder doch nur *äusserst schwach* zu sehen ist. Selbst in diesem Jahrhunderte will man schon einigemahl diese Abwechselung beobachtet haben. Eine solche sehr ausgezeichnete Periode, welche auch von meinem Vater in seinen Witterungsbeobachtungen bemerkt ward, fiel in die Jahre 1779 bis 1784, während welcher Zeit diese Erscheinungen sehr häufig und

prachtvoll waren. Man beobachtete nämlich hier im Jahre

1779	—	23	Nordlichter.
1780	—	17	—
1781	—	15	—
1782	—	8	—
1783	—	10	—

Seit dieser Zeit zeigte sich bei uns dieses Phänomen, ausser *einmahl* im Jahre 1789, gar *nicht mehr*, so, dass also unsrer heranwachsenden jungen Welt dieses prächtige Meteor dem *eigenen Anblicke* nach ganz fremd ist. — Sollten diese Erscheinungen in Ansehung ihrer Abwechselung vielleicht mit der grossen Monds-Periode in Verbindung stehen, so dürften solche in einigen Jahren wieder häufiger zum Vorschein kommen. —

Ich schliesse diesen kleinen Aufsatz mit dem Wunsche, dass es mehrern Witterungsfreunden in und ausserhalb Deutschland gefallen möchte, ihre Beobachtungen über diese zwei kalten Winter auch mitzutheilen. Vielleicht fände sich dann wohl ein philosophischer Naturforscher, der die einzelnen und zerstreuten Theile zu einem nützlichen Ganzen verbände, und das Interessanteste gleichsam in einen Brennpunkt zusammendrängte, um uns so die mancherlei physisch-medicinisch-ökonomischen Resultate zur leichten Uebersicht darzustellen!

II.

II.

METEOROLOGISCHE NACHRICHTEN

über die grofse Kälte von 17$\frac{98}{99}$ und $\frac{1799}{1800}$, und über die frühern sehr kalten Winter,

von

L. Cotte,

zu Paris. *)

A. *Der Winter von 1798 auf 1799.*

Die Mondsperiode, nach der mit jedem neunzehnten Jahre die Witterung im Ganzen genommen in der vorigen Ordnung wiederkehren sollte, hatte Lalande, mich und andere verführt, anzukündigen, das Jahr 1799 werde heifs und trocken seyn.

*) Ins Kurze zusammengezogen aus dem *Journal de Physique, Tome V, p.* 270 — 281, und *Tome VII, p.* 363 — 366. Dafs diese Notizen des bekannten französischen Meteorologen im Vergleich mit denen des Herrn Böckmann im vorigen Auffatze, ziemlich dürftig sind, fällt in die Augen; nur zur Vergleichung mit diesen finden sie in den Annalen eine Stelle. Die *Berliner* Beobachtungen vom Herrn Prediger Gronau im *ersten Anhange* habe ich aus den Denkwürdigkeiten der Mark Brandenburg, 1800, S. 389, hinzugefügt; die *Hallischen* im *zweiten Anhange* verdanke ich Herrn Kriegsrath von Leyser. *d. H.*

Lamark hatte aus seinem meteorologischen Systeme vorher bestimmt, die strenge Kälte des *Nivose* werde sich am 23sten, (den 12ten Jan. 1799,) wo seine Periode des aufsteigenden Knotens eintrat, legen, und Thauwetter eintreten. Alle diese Prophezeihungen sind zu Schanden geworden. Kein Wunder, denn wir sind noch gar weit von aller genügenden Theorie in der Witterungskunde entfernt.

Seit dem harten Froste im Jahre 1795 hatten wir drei sehr milde Winter, ohne Frost und fast ohne allen Schnee gehabt; die Sommer 1797 und 1798 waren heiss und sehr trocken, und der Herbst 1798 sehr lieblich. Der *Frost* fing an den 11ten *December* und dauerte bis am 14ten; das Thermometer fiel am 12ten bis auf — 4°. Den 21sten *December* trat der Frost aufs neue ein, und dauerte nun ohne Unterbrechung bis zum 21sten *Januar*, das ist 32 Tage lang. Der *Wind* blies anhaltend aus NO und O, den 27sten und 28sten December und den 12ten, 13ten, 14ten Januar ausgenommen, wo der Wind sich nach Süden drehte, ohne dass der Frost nachliess. Nachdem ziemlich viel Schnee gefallen war, nahm der Frost am 25sten December immer mehr zu, und erreichte am 26sten Dec. um 7¾ Uhr Morgens sein *Maximum*, wie man aus den folgenden Tabellen übersehn wird.

Der *Barometerstand* war die ganze Zeit über ziemlich unveränderlich, immer über 28 Zoll, und zeigte besonders vom 5ten bis 9ten Januar nicht die

mindeste Variation. Der Himmel war oft heiter, aber manchmahl dabei ein dichter Nebel, den die Sonnenstrahlen Mühe hatten zu durchdringen. Die Seine fing den 22sten December an *Eis* zu führen; am 25sten war sie schon ganz mit Schollen bedeckt, die darauf zusammenfroren, so dass die Eisdecke Menschen, an einigen Stellen selbst Wagen trug.

Der Frost, der sich zwei Tage vor dem Vollmonde eingestellt hatte, hörte mit dem nächsten Vollmonde auf. Den 21sten und 25sten Januar regnete es den ganzen Tag lang bei einem sehr dichten Nebel. Die Seine, die mit dickem Eis bedeckt war, schwoll zusehends an; den 27sten und 28sten ging sie, ohne Schaden zu thun, auf. Das Wasser stand den 27sten Mittags am Pont National schon auf 18′ 6″, den 4ten Januar auf 23′ 6″.*) Am 18ten war es um 20 Zoll gefallen; darauf trat wieder Frost ein, und der Strom führte 2 Tage lang

*) Der Maasstab am Pont National hat seinen Nullpunkt im Niveau einer Sandbank, unter welcher das Bett des Stroms unter dem mittelsten Bogen der Brücke noch 14 Fuss tief liegt. Der niedrigste Stand der Seine, den man in diesem Jahrhundert bemerkt hat, war 1731, und betrug nach dieser Skale 1′ 10″; nächstdem 1719, nämlich 2′ 3″. Bei den grössten Ueberschwemmungen zu Paris, von denen sich Nachricht erhalten hat, stieg die Seine nach diesem Maasstabe 1649 bis auf 24′ 7″; 1651 auf 25′; 1658 auf 28′; 1679 auf 21′ 5″; 1690 24′ 2″; 1711 24′ 3″; 1740 25′ 3″; 1751 21′ 7″; 1764 22′ 5″; 1799 23′ 6″.

Eis. Am 9ten Glatteis; am 11ten ein heftiger Sturm mit Regen; in der Nacht und am ganzen 12ten bis früh am 13ten Schnee. Am 11ten fiel das Barometer um $15\frac{3}{4}$ Linien, stieg am 12ten um $10\frac{2}{3}$ Linien, und an beiden Tagen fror es unausgesetzt. Der Strom fiel immerfort. Den 14ten stand er Mittags nur noch auf 16′ 9″, um 4 Uhr Nachmittags auf 16′.

Nach den Zeitungen empfand man in der Nacht vom 24sten bis 25sten Januar einen ziemlich starken Stoſs eines *Erdbebens* im ganzen westlichen Frankreich, welcher Schornsteine herabwarf und Häuser beschädigte. Zu *Nantes* ging diesem Erdstoſse ein feuriges Meteor vorher, welches einen lebhaften Glanz verbreitete; an andern Orten ein heftiger Wind. Zu Paris stieg in dieser Nacht das Barometer von 27″ 9,8‴ auf 27″ 10,5‴. Den 6ten früh war das Wetter ruhig und bedeckt, mit Nebel und Regen. Von *London* aus meldete man, die Fluth sey dort ungewöhnlich hoch gewesen.

Von folgenden Tabellen enthält die *erste* meine Beobachtungen, die zu Paris, (*Rue de la Vieille-Estrapade*, *No.* 2,) angestellt sind; die *zweite* die gröſste Kälte jedes Tages, welche Bouvard auf der Nationalsternwarte, und Messier auf dem Observatorio der Marine beobachtet haben; die *dritte* das *Maximum* der Kälte, wie es an andern Orten beobachtet worden ist.

1. Thermometerstand nach *Cotte's* Beobachtungen.

December 1798.			December 1798.			Januar 1799.		
Tag.	Stunde.	Thermometerstand	Tag.	Stunde.	Thermometerstand	Tag.	Stunde.	Thermometerst.
21	10½ Ab.	— 3,5°	27	7¾ M.	— 8,4	2	7¾ M.	— 3
22	7¾ M.	— 4,5		9	— 7,5		2 Ab	— 3,2
23	7¾ M.	+ 2		2¼ Ab.	— 5,3		10	— 5
24	7¾ M.	— 3,5		4	— 5,5	3	8 M.	— 7
	9	— 4,2		5½	— 5,5		1¼ Ab	— 5,2
	11¼	— 4,5		7	— 5,4		8¼	— 5,7
	2½ Ab.	— 5		9½	— 5,6	4	7¾ M.	— 6,8
	9½	— 7,6	28	8 M.	— 5,8		2½ Ab.	— 2,7
	11	— 7,8		2 Ab	— 5,3		10	— 6
	12	— 8,2		4¼	— 5,5	5	7¾ M.	— 7,2
25	7¾ M.	— 8,3		9½	— 7,4		2¼ Ab.	— 4,3
	2½ Ab.	— 9	29	7¾ M.	— 8,8		10	— 6,7
	4¼	— 9,7		9	— 9	6	7¾ M.	— 8,6
	5¼	— 10		2 Ab.	— 5,8		2¼ Ab.	— 4,3
	7	— 11		4	— 7		9¼	— 3,5
	8	— 11,3		9¼	— 9	13	9½ Ab	— 6
	9¼	— 12,2	30	7¾ M.	— 10,2	14	7½ M.	— 6,3
26	7¾ M.	— 13		2 Ab.	— 4,7	15	7½ M.	— 6,1
	9	— 12,5		9	— 4,3	16	7½ M.	— 5,5
	10	— 11,7	31	8 M.	— 4,2	17	7½ M.	— 7,8
	11	— 11,1		2 Ab.	— 3,1	18	7½ M.	— 9,6
	12	— 10,5		10	— 3		9¼ Ab	— 5
	2 Ab.	— 9,5	Januar 1799			19	8 M.	— 8,2
	3	— 9,7	1	8 M.	— 3,1	20	7¼ M.	— 6,1
	4¼	— 10,5		2 Ab.	— 2,3		9½ Ab.	+ 2
	6	— 10,9		10	— 2,4	21	7½ M.	— 0,4
	7¼	— 11					2 Ab.	+ 2
	10	— 10,6						

2. Gröſste Kälte jedes Tages

während der Periode der gröſsten Kälte dieſes Winters, beobachtet auf der *National - Sternwarte* von Bouvard, und auf der *Marine - Sternwarte* von Meſſier.

Dec. 1798.	Niedrigſter Thermometerſtand, beobachtet von Bouvard.	Niedrigſter Thermometerſtand, beobachtet von Meſſier.	Januar 1799.	Niedrigſter Thermometerſtand, beobachtet von Bouvard.	Niedrigſter Thermometerſtand, beobachtet von Meſſier.
21	— 3,2	— 2,9	5	— 8,4	— 7,5
22	— 6,6	— 3,8	6	— 10	— 9,4
23			7	— 0,4	— 0,3
24	— 7,5	— 7,5	8	— 4,2	— 3,2
25	— 13	— 13,2	9	— 3,5	— 3,2
26	— 13,6	— 14,1	10	— 2,3	— 2
27	— 8,3	— 8,5	11	— 4,3	— 3,2
28	— 8,3	— 6,6	12	— 2,2	— 1,6
29	— 11,5	— 9,4	13	— 6,1	— 7,5
30	— 12	— 10,8	14	— 7,7	— 7,5
31	— 3,4	— 3,8	15	— 7,4	— 6,8
Jan.			16	— 8,5	— 6,3
1	— 3,4	— 3,2	17	— 9,8	— 8,9
2	— 5,6	— 5,4	18	— 10,9	— 10,7
3	— 7,2	— 6,3	19	— 10,2	— 9,4
4	— 7,2	— 6,3	20	— 6,2	— 6,5

Die gröſste Kälte dieſes Winters, am 26ſten December 1798, hatte man an andern Beobachtungsorten zu Paris etwas anders beſtimmt, nämlich: im Arſenal auf — 14°, bei Berthoud im Louvre auf — 13°, im Conſeil des Mines auf — 13,6°. In andern Städten Frankreichs und der benachbarten Länder, traf ſie nicht überall auf dieſen Tag, und war, wie ſie die folgende Tabelle angiebt:

3. Gröſste beobachtete Kälte im Winter von 1798 bis 1799 an verſchiedenen Orten. *)

Ort.	Beobachter.	Dec. 1798.	Thermometerſtand.
Douai	Saladin	26	— 14°
Calais	Blanquart	26	— 12,5
Abbeville	Boucher	26	— 12,5
Brüſſel	Poëderlé	27	— 15
Strasburg		26	— 20
Lüneville	Saucerotte	27	— 19
Toulouſe	Duc Lachapelle	25	— 9
Au Luc Dép. du Var		25	— 4
Turin		27	— 16
Wien	Triesnecker	25	— 18 1/5
Dresden		25	— 14
Berlin		25	— 17 1/4
Amſterdam	van Swinden	27	— 16,5
	(Febr.	6te	— 12)
Nimwegen		26	— 17,8
Rotterdam		26	— 16,4
Delft		26	— 18,2
Haag		26	— 14,9
Haarlem		26	— 16
Hoorn		27	— 16,4
Gotha	v. Zach	25	— 21,5
Grübingen	Pred. Wurm.	25	— 24
Stuttgard		25	— 20
Augsburg		25	— 25
		26	— 25
Mannheim		25	— 19
		26	— 19 3/4
Hamburg		25	— 18
Koppenhagen		25	— 10

*) Die meiſten Angaben in dieſer Tabelle ſchreiben ſich von Lalande und aus den holländiſchen Zeitungen her, ſcheinen aber nicht zuverläſſig zu ſeyn. Denn ſo z. B. war der niedrigſte Thermometerſtand zu *Amſterdam* nach den gleich folgenden, von Cotte ſelbſt mitgetheilten Angaben van Swinden's nur — 14,8°, dagegen in *Berlin*, nach Herrn Prediger Gronau, — 18¾. In *Halle* betrug ſie — 20,2°. *d. H.*

4. Gang des Thermometers nach *van Swinden* zu

Rotterdam. Dec. 1798.

Tag	St.	Thermometerstand.
24	7½ M	— 8,9°
25	6 M	— 6,2
	9	— 12,9
	9½	— 13,8
	1 Ab.	— 13,7
	2	— 12,4
	10½	— 12,5
26	7½ M.	— 14,2
	8	— 15,[illegible]
		(— 15,5)
	12	— 13,3
	2 Ab.	— 15,5
	12	— 16,4
27	8 M	— 15,3
	10 Ab.	— 10,7

Delft.

Tag.	St.	Thermometerstand.
24	7½ M.	— 8°
25	9 M.	— 11
	2 Ab.	— 10,7
	10½ Ab.	— 10,5
26	7½ M.	— 14
	9	— 14,5
	11	— 13,5
	2 Ab.	— 12,7
	11½	— 12,2
27	8 M	— 15
	10 Ab.	— 10

Horn

Tag.	St.	Thermometerstand.
25	9 M.	— 15,2
26	9 M.	— 15,5
		(— 16)
27	8 M.	— 16,4

Haag.

Tag.	St.	Thermometerstand.
25	9 M.	— 8,8°
	9½	— 13,3
	10½ Ab.	— 12,4
26	7½ M.	— 13,3
	12	— 12,4
	11½ Ab.	— 14,9
27	8 M.	— 14,5
	10 Ab.	— 9,1
28	8 M.	— 9,1
	10 Ab.	— 1,8

Amſterdam

Tag.	St.	Thermometerstand.
24	7½ M.	— 7
25	9 M.	— 10,7
	1 Ab.	— 11,7
	10½	— 10,7
26	7½ M.	— 14,2
		(— 14,8)
	9	— 13,3
	11½ Ab.	— 14,2
		(— 14,8)
27	8 M.	— 14,5

Die eingeklammerten Thermometerſtände wurden in derſelben Stadt an andern Orten beobachtet.

Nach dem Thauwetter zu Ende des Januars ſtellte ſich zu Anfang *Februars* wieder eine ausnehmend ſtarke Kälte ein. Dabei ſtand das Thermometer

zu Amſterdam

Febr.	auf	
1	— 3,2° b.	— 5,8°
2	— 4	— 2,6
3 u. 4	0	
5	+ 1	— 3,2
6	— 2,6	— 6,7

Febr	St.	auf
7	5 M.	— 9,8
	8	— 8,9
	12	— 7,5
	4 Ab.	— 8,7
	10	— 10
8	8 M.	— 12,4
	2 Ab.	— 9,3
	10	— 11,2

zu Delft

Febr.	St.	auf
8	10 Ab.	— 12,2
9	8 M.	— 9,3
	2 Ab.	— 8,8
	10	— 6,7
10	9 M.	— 4,4
dann über 0°		

B. *Der Winter von 1799 auf 1800.*

Mechain's Beobachtungen ſind auf der National-Sternwarte bei *Sonnenaufgang* an einem Queckſilberthermometer gemacht worden, welches frei an einem Baume auf der Terraſſe der Sternwarte hing; Meſſier's Beobachtungen auf dem Obſervatorio der Marine im *Hôtel de Cluny* zwiſchen 6 und 8 Uhr Morgens; die meinigen in der *Rue de la Vieille Eſtrapade*, dem höchſten Punkte von Paris, mit einem 1762 von *Cappi* unter den Augen des D. Bédos verfertigten, 3 Fuſs langen Weingeiſtthermometer.

Thermometerſtände, beobachtet zu Paris von

Dec.	Mechain	Meſſier	Cotte
19	— 7,56°	— 6,8°	— 7°
20	— 7,02	— 6,3	— 7
21	— 10	— 9,4	— 9,6
22	— 5,07	— 5,2	— 5,2
23	— 6,56	— 5,8	— 5,5
24	— 8,16	— 7,7	— 7
25	— 2,72	— 2,8	— 2,7
26	— 7,56	— 6,6	— 5,9
27	— 2	— 1	— 1,7
28	— 9,12	— 9,4	— 9
29	— 3,5	— 4,3	— 4,5
30	— 3,36	— 3,3	— 3
31	— 11,04	— 10,3	— 9,2
Jan.			
1	— 10,88	— 10,3	— 9,5
2	— 0,16	— 1,1	— 0,5
3	+ 2,56	0	+ 1,1
4	+ 2,16	0	+ 2
22	— 2,56	— 2,8	— 1,8
23	— 3,36	— 2	— 2

Folgende Beobachtungen zu *Brüssel* verdanke ich dem Bürger Poederlé, einem fleissigen Meteorologen; die mit * bezeichneten sind um 2 Uhr Nachmittags, alle übrigen um 8 Uhr Morgens bemerkt worden. Die Beobachtungen zu *Amsterdam* rühren von van Swinden, und die zu *Tarbes* von Dangos her. Das plötzliche Fallen des Thermometers in der Nacht vom 29sten Dec. zu Amsterdam ist merkwürdig. Ein Beobachter, der es in dieser Nacht Stunde für Stunde beobachtete, fand, dass es um 1 Uhr Morgens anfing zu sinken, und anfangs 1 bis $1\frac{1}{2}°$ in jeder Stunde, von 6 bis 7 Uhr Morgens aber um $2\frac{1}{2}°$ fiel. Auch ist es besonders, dass während einer Jahrszeit, wo der Wind veränderlich zu seyn pflegt, dieses Mahl N und O Winde 3 Monat lang unausgesetzt bliesen, wobei indess der Barometerstand beträchtlich variirte und oft sehr niedrig war.

Zu Brüssel.

Dec.	Thermometerstand.
16	— 4°
17	— 5,7
18	— 3,2
19	— 6
20	— 8,7
21	— 8,7
22	— 5,7
23	— 9,7
	— 7*
24	— 5,2
27	— 5,7
28	— 11
	— 7*
31	— 8,7
	— 5,7*
Jan.	
1	— 5,5
2	Thauwetter
Febr.	
12	— 6,7
27	— 4
28	— 6,2
März	
1	— 6,7
6	— 4,2
7	— 7,7
8	— 7,2
9	— 4
10	— 9,2
	+ 3,5*
11	+ 7*

Zu Amsterdam.

Dec.	St.	Thermometerstand.
28	7 M.	— 10,2
29	12 Ab.	— 5,3
30	8 M.	— 14,2
	12	— 10
	8 Ab.	— 15,5
31	M.	— 9,8
Jan.		
1	M.	— 8
2	M.	— 4,7
8	M.	— 4,7
10	M.	— 1,3

Zu Tarbes.

Dec.		
20	6½ M.	— 7,9
25	6½ M.	— 6,9
28	6½ M.	— 7,4
	10½ Ab.	— 10,4
29	6½ M.	— 12,3
	10½ Ab.	— 10,5

Zu Prag.

Dec.		
29	6 M.	{ — 19,5 — 21

ersteres in der untern, letzteres in der obern Stadt.

Zu Petersburg — 26

Zu Archangel — 36 (?) *)

*) Vergl. *Annalen der Physik*, I, 491, Anmerkung.
d. H.

C. *Verzeichniſs der sehr kalten Winter und der gröſsten Kälte in ihnen zu Paris.*

Hierbei habe ich vorzüglich das chronologiſche Verzeichniſs der meteorologiſchen Ereigniſſe in der *Collection Académique, partie étrangère, T. 6, p.* 488, die *Mémoires de l'Acad. des Sc.* und Meſſier's und meine Beobachtungsjournale benutzt. Nur die Winter, in welchen das Thermometer, ſeit deſſen Erfindung, auf — 10° der Reaumürſchen Skale, (auf welche ich die Lahireſche reducirt habe,) und tiefer ſtand, ſind in dieſes Verzeichniſs aufgenommen worden. a)

763	1420	1632	1709 — 15°	1766 — 10°
801	1460	1638	1716 — 15,7	176 7/8 — 9,5
1001	1470	1655	1721 in Engl.	— 14
1067	1480	1656	1729 — 12,2	1771 — 11,5
1210	1493	1657	1740 — 10	1776 — 16,3 b)
1272	1507	1658	1742 — 13,2	1782 — 10 c)
1305	1522	166 2/3	1745 — 11,2	178 3/4 — 14 d)
1354	1570	1666	1747 — 12,7	— 11,7
1358	1571	1670	1748 — 12,2	1786 — 10,2
1361	1576	167 6/7	1751 — 10	178 8/9 — 17 e)
1364	1608	1683	1753 — 10,7	— 13,2
1399	1615	1684	1754 — 12,5	1795 — 16,5 f)
1400	1624	1698	1755 — 12,5	179 8/9 — 14,1 g)
		1702	1757 — 10,5	— 10
			1758 — 12	17 99/800 — 11
			1763 — 10	

Ich überlaſſe es denen, die gern Syſteme aufbauen, die Folge dieſer ſtrengen Winter damit zu vereinigen.

a) Eine Zahl zeigt den tiefſten Thermometerſtand des ganzen Winters, zwei den zu Ende des einen, und zu Anfang des andern Jahrs an. *d. H.*

b) 25 Tage; c) 12 Tage; d) 69 Tage; e) 50 Tage; f) 42 Tage; g) 32 Tage anhaltender Froſt. C.

Erster Anhang.

Vergleichung der beiden Winter $17\frac{98}{99}$ und $\frac{1799}{1800}$ zu Berlin, vom Prediger Gronau in Berlin.

$17\frac{98}{99}$.

Nach einem schönen und sehr angenehmen Herbste, besonders im Monat *Oktober*, fiel den 20sten *November* 1798 Frost ein, der bald zunahm, am 27sten aber mit Regen aufging.

Nachdem man es am 6. *December* Abends hatte blitzen sehen, kehrte der Frost am 7ten stärker zurück, und hielt bis zum 16. an, da es abermahls aufging. Am 19ten Abends fing es wieder an zu frieren, und nahm die Kälte täglich zu, und erreichte den 24sten, 25sten, 26sten und 27sten einen ungewöhnlich hohen Grad.

Den ganzen *Januar* 1799 hindurch hielt der starke Frost ununterbrochen an, obgleich nicht immer in den so hohen Graden; gegen Ende des Monats ward er stärker.

Im *Februar* nahm die Kälte schnell zu, und übertraf am 6ten bis zum 10ten den an Weihnachten erreich-

$\frac{1799}{1800}$.

Nach einem temperirten und gemischten Herbste und veränderlicher Witterung fing der Frost den 23. *November* 1799 bei nebligen Tagen an, und hielt in einem gemäßsigten Grade bis zum 15ten December an.

Nach einem heftigen schneidenden Ostwinde am 15ten *December* nahm die Kälte gewaltig zu, und erreichte am 27sten, 28sten und 29sten eben den ungewöhnlichen Grad, als im vorigen Jahre.

Im *Januar* 1800 hielt die Kälte mit ziemlicher Strenge bis zum 15ten an, da gegen Abend Thauwetter einfiel. Von nun an blieb es feucht, mit gelindem Froste abwechselnd, bis zum 5ten *Februar.*

Am 6ten *Februar* kehrte der Frost zurück, war vom 11ten bis 14ten wieder strenge, und hielt in einem etwas gemäßsigtern Grade bis zu Ende an.

ten Grad; doch währte sie nur bis zum 15ten, da es mit Schnee und Regen aufging; und nun blieb es den übrigen Theil des Monats feucht und regnig.

Die drei ersten Tage des *Märzes* waren noch feucht; vom 4ten aber bis zu Ende des Winters fror es in einem gemäſsigten Grade.

Auch im *März* lieſs der Frost noch nicht nach, sondern war vielmehr vom 6ten bis 13ten sehr stark, und hielt bis zu Ende des Winters an; die Sonne thaute zwar bei Tage sehr auf, aber in der Nacht fror es stark.

Höchster Barometerstand.

im Winter $17\frac{98}{99}$.	im Winter $\frac{1799}{1800}$
d. 30. Dec. 1798 28″ 11‴ 2,6⁗	d. 31. Dec. 1799 28″ 8‴ 4,6⁗

Niedrigster Barometerstand.

d. 28. Jan. 1799 27″ 4‴ 5,5⁗	d. 18. Jan. 1800 27″ 5‴ 9,5⁗

Gröſste Wärme.

d. 24. Febr. + 8°	d. 20sten Febr. + 7,°1

Gröſste Kälte.

d. 9ten Febr. — $18^{\circ}\frac{1}{4}$	den 29sten Dec. 1799 — 19°

im Winter	$17\frac{98}{99}$	$\frac{1799}{1800}$
kalte Tage	74	72
gelinde	3	6
temperirte	13	11
helle	20	24
trübe	35	42
gemischte	35	23
trockne	36	46
feuchte	14	19
gemischte	40	24

im Winter	$17\frac{98}{99}$	$\frac{1799}{1800}$
Regen fiel	16	11mahl
Schnee	25	32
Sturm war	5	9
Nebel	7	1
Gewitter in der Ferne	6	3

Der Ostwind war in beiden Wintern herrschend, doch in dem letzten noch häufiger als im vorjährigen.

Zweiter Anhang.

Gang des Barometers und Thermometers, während ihres höchsten und niedrigsten Standes in den Jahren 1798 bis 1799, zu *Halle*, beobachtet vom Hrn. Kriegsrath v. Leyser, dessen meteorologische Instrumente vor einem nach Norden ziemlich frei liegenden, gegen die Sonnenstrahlen geschützten Fenster hängen.

Barometerstand.

1797	höchster	28″ 9,1‴	d. 6. Febr.	10 U. Morg.
	niedrigster	27″ 1,1‴	d. 30. Dec.	8 U. M.
1798	höchster	28″ 6,1‴	d. 11. Apr.	7 U. M.
	niedrigster	26″ 11,6‴	d. 8. Nov.	10 U. Ab.
1799	höchster	28″ 4,8‴	d. 8. Juni	6 U. M.
	niedrigster	27″ 0,9‴	d. 3. Febr.	7½ U. M.
1800*)	höchster	28″ 4,9‴	d. 1. Jan.	8 U. M.
	niedrigster	27″ 2,4‴	d. 18. Jan.	10 Uhr Ab.

Höchster Thermometerstand.

im J.			Tag.	Stunde.	gleichzeit. Barom. st.
1797	26,2° R.	den	17ten Jul.	3½ Ab.	28″ 0,5‴
1798	21,2°		31sten Jul.	3 Ab.	28″ 1,3‴
	16,8°		1ten Aug.	10 —	27″ 11,7‴
	25,8°		2	3½ —	11,7‴
	21,5°		3	3 —	28″ 0,4‴
	26,6°		4	—	27″ 11,6‴
	17,8°		5	6 M.	10,8‴
1799	22°	den	3ten Aug.	3 Ab.	27″ 10‴
	20°		4	2½ —	9,5‴
	18°		6	2 —	10‴
	26°		7	3 —	10,9‴
	13,6°		8	10 Ab.	11,9‴
	20,6°		11	3 —	28″
1800	26,5°	den	15t. Aug.	3 Ab.	28″ 0,9‴

*) Bis Ende Septembers.

Niedrigster Thermometerstand.

im J.			Tag.	Stunde.	gleichzeit. Barom. st.	
1797	—	8,5° R.	den 11ten Jan.	8 M.	28″	0,5‴
1798	—	5°	22	8 M.		2,5‴
	—	12,8°	23	10 Ab.		2,5‴
	—	16°	24	8 M.		4‴
	—	20,2°	25	—		1,8‴
	—	19,8°	26	10 Ab.		0,5‴
	—	20,1°	27	8 M.	27″	11‴
	—	10°	28	—		4‴
		(— 2° um 2 U. Nachmitt.)				
	—	10°	29	—		11‴
	—	6,8°	30	—	28″	4,8‴
1799	—	8,3°	den 5ten Febr.	10 Ab.		
	—	11,5°	6	—		
	—	17°	7	—		
	—	20,2°	8	8 M.		
	—	23,4°	9	—		
	—	16°	10	—		
	—	8,2°	11	—		
	—	6,9°	1sten Apr.	8 M.		
	—	4,9°	2	—		
1799	—	8,3°	den 23sten Dec.	10 Ab.	27″	11,6‴
	—	8,2°	24	8 M.		10,‴
	—	5,2°	25	—		9,1‴
	—	7,4°	26	—		9,9‴
	—	14,2°	27	10 Ab.	28″	1,7‴
	—	20,3°	28	—		6,5‴
	—	23,5°	29	8 M.		0,7‴
	—	18	30	—		1,2‴
	—	10	31	—		2,5‴
1800	—	12,1	den 1sten Jan.	10 Ab.		2,2‴
	—	8	2ten	8 M.	27″	11,9‴
	—	10°	10ten Febr.	10 Ab.		
	—	13°	11	8 M.		
	—	13,7°	12	—		
	—	11,1°	13	—		
	—	11,2°	14	—		
	—	5,3°	15	—		
	—	15,1°	11t. März	7 M.	27″	11‴

III.

III.

BEOBACHTUNGEN

einiger Wasserhosen, die am 6ten Januar und am 19ten März 1789 zu Nizza gesehn wurden,

von

MICHAUD

Corresp. der Turiner Akademie. *)

Meine Beobachtungen fallen zwar erst auf den 6ten Januar 1789, doch darf ich einige vorläufige Umstände nicht übergehen. Den gröſsten Theil des Decembers 1788 hindurch hatte zu Nizza, wo der Winter gewöhnlich nicht sehr strenge ist, eine milde Witterung geherrscht, und der Himmel war den Tag über stets klar gewesen, als den 27sten, am Tage des Neumondes, unsre Atmosphäre eine gänzliche Veränderung erlitt. Es erhob sich ein heftiger Sturm, der von einer so strengen Kälte begleitet war, als sich hier niemand erlebt zu haben erinnert. Der Himmel bezog sich, und es fiel über 8 Zoll hoch Schnee. Da gleiche Wirkungen von gleichen Ursachen erzeugt werden, so vermuthe ich, daſs sich schon in der Nacht vom 27sten auf den 28sten December Wasserhosen in unsrer Gegend gebildet haben.

*) Aus den *Mémoires de l'Acad. de Turin*, Tome 6.

Der Schnee fror bei der strengen Kälte und wurde so fest, dass, ungeachtet des Einflusses mehrerer heiterer Tage, in denen die Sonnenwärme recht merklich war, doch nicht der geringste Wassertropfen von der Dachtraufe meines Wohnhauses fiel, obschon es nahe an der See liegt, die Sonne es im Winter 8 Stunden lang bescheint, und der hohe Felsen des Kastells es gegen den Nordwind schützt. Diese Erscheinung war mir während der 40 Jahre meines hiesigen Aufenthalts noch nicht vorgekommen. Verschiedene alte Leute behaupteten, dieser Schnee würde nicht eher schmelzen, als bis ein neuer fiel, und sie prophezeihten richtig.

Sonntags den 4ten Januar 1789, am Tage des ersten Mondviertels, fing die strenge Kälte von neuem an, und dauerte den Montag und Dienstag hindurch. Dienstags, den 6ten, um 8 Uhr Morgens, bemerkte ich zuerst eine ungeheure Masse sich über einander thürmender Wolken, die sich von Nordost bis Süden ausdehnten, und indem sie westlich zogen, sich dem Zenith näherten. Da ich gewohnt bin, diese Wolken dem Systeme meines alten Lehrers der Physik, des Vaters Bekkaria, gemäss zu betrachten, so ahndete ich nichts Gutes für unsre Felder; und als darauf ein heftiger Wind über die See hin wehte, so äusserte ich meinen beiden ältesten Söhnen die Vermuthung, dass wir diesen Tag wahrscheinlich einige Wasserhosen sehen würden. In der That bemerkte ich auch fünf Minuten nach 10 Uhr des Morgens, ungefähr in der

Entfernung eines Flintenschusses vom Ufer, einen runden Fleck auf der See, von 10 oder 12 Toisen im Durchmesser, wo das Wasser zwar noch nicht wirklich kochte, aber doch im Begriffe zu seyn schien, aufzukochen, wie dies Taf. I, Fig. 1 *a*, darstellt. Denn rings herum, und zuweilen auch innerhalb jenes Kreises, zeigten sich 8 Toisen hoch und höher Dünste in Nebelgestalt, denen, (nur nach einem unvergleichbar grössern Maasstabe,) völlig ähnlich, die sich auf der Oberfläche des Wassers erheben, wenn es anfängt zu sieden. Ich würde deutlich gewahr, dass dieses, darf ich mich so ausdrücken, der Embryo des Fusses einer Wasserhose war, welche der Wind vor sich hin von Osten nach Westen trieb, indess die Wolken noch nicht weit genug heraufgezogen waren, um den Körper oder Stengel darauf zu senken. Zu meiner grossen Verwunderung erhielten sich stets dabei die rings umher befindlichen Dünste gleich aufgespannten Segeln, ungeachtet der ausserordentlichen Gewalt des Windstosses, der sie dem Ufer zutrieb. So wie das Ganze an das Ufer kam, zog sich der Kreis zusammen, der Umfang der Dunstmasse verkleinerte sich, und in dem Augenblicke, als es das Land berührte, wurde es von dem Winde in der Gestalt eines langen Horns von Nebel umgestürzt, Fig. 1 *b*, und bald zerstreut. Nun war ich überzeugt, dass meine Hoffnung, an diesem Tage Wasserhosen zu erblicken, mich nicht trügen würde, weshalb ich, da meine Geschäfte mich abriefen, meinen beiden ältesten Söh-

nen auftrug, abwechselnd am Fenster Wache zu halten, damit das Phänomen nicht unbemerkt vorbeistreichen möchte.

Es war ungefähr 8 Minuten vor Mittag, als mein zweiter Sohn, mit der Freude eines Schiffers, der nach einer langweiligen Fahrt zuerst das Land erblickt, mir zurief: Vater, hier ist eine herrliche Wasserhose. Ich eilte zum Fenster und sah diese ungeheure Wasserhose, die Fig. 2 dargestellt ist,*) majestätisch bei Nizza vorbeiziehn. Die Wolken hatten bereits nicht allein den nördlichen und südlichen Theil des Himmels umzogen, sondern dehnten sich auch so weit gegen Westen aus, dass der ganze Umfang desselben, so weit mein Auge reichte, von ihnen bedeckt war; nur unterhalb gegen Süden war ein Theil des Himmels, in Gestalt eines Kreisabschnitts, unumwölkt, durch den man in sehr weiter Entfernung einige Wolken wahrnahm, welche die Sonne mit den Morgenfarben erleuchtete.

*) Bei dieser und den beiden folgenden Figuren muss man sich einen ausnehmend viel kleinern Maassstab, als den denken, wonach Fig. 1 entworfen ist. Die erste Wasserhose strich bei uns in der Nähe eines Flintenschusses vorbei, die andere in einer Entfernung von 2 bis 3 französischen Meilen. Und nach diesem Verhältnisse muss man sich Fig. 2, 3 und 4 in Vergleich mit Fig. 1 vergrössert denken, um sich eine richtige Vorstellung von ihrer verhältnissmässigen Grösse zu machen, da sie sich in dem hier gezeichneten Verhältnisse von Nizza aus gesehn zeigten. M.

Diese Wasserhose war in jeder Rücksicht bei weitem grösser, als die, welche ich 1780 in Gesellschaft mit den Hrn. Papacino und Renaud beobachtete. Ihr kreisförmiger Fuss allein hatte einen solchen Umfang, dass ein Kriegsschiff von 100 Kanonen mit allen seinen Segeln darein gänzlich hätte können eingehüllt und versteckt werden; woraus man auf die Grösse der Dunst- und Nebelwolken schliessen mag, deren Theile in ihrem richtigen Verhältnisse in der Zeichnung dargestellt sind.

Statt dass sie beim ersten Erscheinen in Ruhe schien, nahm der untere Theil derselben bald das Ansehn des Kraters eines Vulkans an, der grosse Ströme von Wolken und Massen von Seewasser auswürfe. Diese ergossen sich rings herum vom Mittelpunkte aus nach dem Umkreise in parabolischen Strömen, mit einer Heftigkeit, die uns überzeugte, dass im innern Becken ein unglaublich heftiges Aufbrausen und Aufkochen statt finden müsse, obgleich dieses bei der grossen Entfernung und der Dichtigkeit der Dünste diesmahl nicht so deutlich als bei der 1780 beobachteten Wasserhose wahrzunehmen war. *) Die Farbe der Wasserhose war ein sehr dunkles Indigo, und so sahen auch die Wolken aus,

*) Man sehe im *Journal de Physique*, Tome 30, P. 1, pag. 284, *Observation sur une trombe de mer fait à Nice en 1780, par* M. Michaud. Die Umstände sind weniger genau angegeben, stimmen aber mit denen, die in diesem Aufsatze erwähnt sind, nahe überein. *M.*

die von Osten nach Westen sich verbreiteten. Das Aufsteigen der Dünste des Meerwassers konnten wir nicht sehen; die Beobachtung von 1780, wo man dies deutlich bemerken konnte, ersetzt aber diesen Mangel. In der Folge wird man finden, dass auch dieses Aufsteigen von neuem, und zwar auf eine sehr vollkommne Art, wahrgenommen wurde.

Während wir diese ausserordentliche Erscheinung betrachteten, schlug ein heftiger Hagelschauer gegen die Fenster. Die Körner hatten die Grösse einer Pistolen- oder Flintenkugel, thaten aber den Bäumen nicht den geringsten Schaden, ob sie gleich in wenig Minuten über 4 Zoll hoch fielen; denn sie bestanden bloss aus grossen Schneeflocken, die vom Winde während des Fallens zusammengerollt waren, und weder das Gewicht noch die Härte des Hagels besassen. Ich öffnete einige Körner, und fand, dass sie aus einer dünnen, aber dichten Schale bestanden, in der beinahe nichts als einige Strahlen zu sehen waren, die von dem Mittelpunkte nach dem Umfange gingen. Sie waren in so geringem Grade gefroren, dass sie schmolzen, so bald sie den Boden berührten, und auch das Schmelzen des vorhergefallenen Schnees beförderten.

Dieser gefrorne Schnee trübte so sehr die Luft, dass wir die Wasserhose durch die Blenden der Jalousien nicht sehen konnten, die wir heruntergelassen hatten, damit der vermeintliche Hagel die Scheiben nicht zerschlagen sollte. Als dieses Wetter aufgehört hatte, war die vorige Wasserhose gänzlich

verschwunden; statt ihrer erblickten wir eine *andere* kleinere, welche beinahe denselben Gang nahm. Nach der Zeit zu urtheilen, in der eine auf die andere folgte, mochte diese zweite, die wir sahen, vielleicht schon die dritte seyn. Sie fuhr fort, ihren Lauf gegen *Antibes* zu nehmen; einige Zeit, ehe sie an der Küste ankam, zog sie sich nach allen Ausdehnungen zusammen, und als sie das Land berührte, verschwand ihr Fuss ganz und gar. Sie zog sich, (Fig. 2 *b*,) unmerklich aufwärts; der ausgedehnte konische Theil wurde breiter und verdünnte sich immer mehr, und das Ganze vereinte sich endlich völlig mit der Wolkenmasse, wie ein Nebel sich in den andern verliert. *)

Nachdem ich diese zweite Wasserhose bis zu ihrem gänzlichen Verschwinden beobachtet hatte, sah ich wieder auf den Platz zurück, wo ich die erste entdeckt hatte, und wurde zu meiner grossen Ueberraschung einen neuen bereits gebildeten Fuss (Taf. II, Fig. 3 *a*,) gewahr, dem nur noch der herabsteigende Körper fehlte. Folgende drei Umstände fielen mir ganz besonders auf.

1. Das Daseyn des Fusses der Wasserhose ohne ihren Stengel oder Körper. Denn vor dieser Beobachtung hielt ich es, in Gemässheit der 1780 gemachten Bemerkungen, für ausgemacht, dass die den

*) In der Beschreibung der 1780 beobachteten Wasserhose ist es nicht ganz richtig, dass sie sich so schnell wie ein Blitz aufwärts gezogen habe. *M.*

Fuſs oder Recipienten umgebende Dunſtmaſſe vom Stengel oder dem eigentlichen Körper der Waſſerhoſe hervorgebracht werde, und durch eine Verbreitung von deſſen Stoff entſtehe. Nun aber ſah ich in dieſem Phänomen deutlich die Identität jener Dunſtmaſſe mit der, welche Wolken und Nebel hervorbringt, und daſs ſie nicht von der Waſſerhoſe erſt herabgeführt wird. Der Embryo der Waſſerhoſe, den ich um 10 Uhr ſah, ſcheint zu beweiſen, daſs dieſe Dunſtmaſſe vielmehr ein Produkt der See ſey.

2. War es mir ſehr auffallend, daſs dieſer Fuſs auf dem Platze ſeiner Entſtehung unverrückt ſtehen blieb, indeſs die vorher bemerkten ſchnell von dem Winde mit fortgeriſſen wurden. Zwar konnte er ſich vielleicht, mir unbewuſst, in meiner Geſichtslinie bewegen, doch ging er wenigſtens nicht von Oſten nach Weſten, d. h. von meiner Linken zur Rechten, obgleich das Seewaſſer, die Wolken und die andern Waſſerhoſen ihren Lauf in dieſer Richtung, und zwar letztere mit ſo groſser Geſchwindigkeit nahmen.

3. Ueberraſchte es mich, daſs, obgleich der Körper der Waſſerhoſe fehlte, der, meiner Meinung nach, die Intenſität der Kraft, welche dieſe Erſcheinung hervorbringt, ſehr erhöhen muſs, doch die Dunſthülle um den Fuſs ſich aufrecht und feſtſtehend zu erhalten vermochte.

Während ich dieſe Erſcheinung betrachtete, wurde ich in den niedrigen, von Oſten kommenden

Wolken, eine Art von Vorsprung oder Zipfel, (Fig. 3 *b*,) gewahr, der aus ihnen schief hervorragte. Der Fuss blieb bewegungslos, und dieser Wolkenzipfel behielt seine schiefe Richtung bis zu dem Augenblicke, als er vom Winde über den Fuss herangetrieben war. Nun bemerkten wir alle drei, dass sich dieser Zipfel senkrecht gegen den Fuss zu richtete, und gleich einem ungeheuern Sacke von Gaze vom obern Ende, (Fig. 3 *c*,) hinab, aus einander rollte. Nachdem die Falten und Windungen dieses Dunstsacks verschwunden waren, und der graue, halb durchsichtige Körper der Wasserhose sich in dem Boden des Fusses festgesetzt hatte, nahm er eine senkrechte Stellung an, und erweiterte sich in seinem Durchmesser. Mein zweiter Sohn, der, wie sein älterer Bruder, sehr gut in die Ferne sieht, rief sogleich: „Sieh, Vater, wie schnell die Dünste durch den Sack aufwärts fliegen." Ich sah in der That, dass sie ihn mit einer Art von Spannung auszudehnen schienen, und ihm die Farbe des dunkeln Indigo gaben, die sich auch den Wolken mittheilte. In demselben Augenblicke wurde die Farbe der ganzen Wasserhose so dunkel, dass wir in ihrem ausgedehnten Theile keine Bewegung mehr unterscheiden konnten. Wir sahen nur, dass sich nun das ganze Phänomen von Osten nach Westen bewegte, und an der Küste von Provence vernichtet wurde.

Endlich bildete sich noch eine *vierte Wasserhose*, die auf dieselbe Art ihr Ende erreichte. Keine von allen stellte sich jenseits des Hügels von *Antibes*, gleich

der, die ich 1780 beobachtete, wieder her, weil wahrscheinlich ihr Lauf mehr nördlich war, und sie daher nicht, gleich jener, jenseits Antibes auf den Meerbusen von *Jean* trafen, sondern ganz über festes Land zogen. Unmittelbar darauf erfolgte ein Schneegestöber von gewöhnlicher Art und Dichtigkeit, das den übrigen Theil des Nachmittags und die folgende Nacht anhielt, so daſs den folgenden Tag so viel Schnee auf dem Erdboden lag, als früherhin. Nachher kam ein anhaltender Regen, der die Gegend von dem aufgehäuften Schnee befreite. Da der heftige Wind des Vorhergegangenen Tages mit unverminderter Stärke die ganze Nacht anhielt, und die andern Nebenumstände gleichfalls dieselben blieben, so glaube ich mit Grund vermuthen zu können, daſs des Nachmittags und vielleicht auch in der Nacht am 6ten, noch neue Wasserhosen mögen entstanden seyn, die man wegen der Verdunkelung der Atmosphäre durch den Schnee nicht sehen konnte.

Ich wende mich nun zu einigen Bemerkungen über den *Wind*, der dieses Phänomen herbeiführte. Obgleich der Wind beinahe so heftig war, wie die gröſsten Stürme auf unsern Seen, so waren doch die Wellen nicht verhältniſsmäſsig tief. Dies schien von zwei Umständen herzurühren: erstens von der örtlichen Gestalt unsrer Küste, der zufolge ein Ostwind nicht über einen so groſsen Umfang der See herstreicht, als ein Südwind, aus welcher Gegend unsre gröſsten Stürme kommen; zweitens

von der Richtung des Windes selbst, der nicht schräg von oben herab, sondern parallel mit der Oberfläche der See wehte.

Dieser zweite Umstand wurde durch die Erscheinung eines kleinen katalonischen Fahrzeuges, während der Zeit der Beobachtung, bestätigt, welches der Wind am 6ten Januar nahe bei Nizza ans Land trieb. Ich sah es mit einer Gewalt bei meinem Fenster vorbeistreichen, der zu widerstehen es nicht fähig war. Es wurde aber nicht sehr auf- und abgeworfen, sondern kam in einer kleinen Entfernung zum Ankern; die Heftigkeit des Windes riss es indess los und trieb es an die Küste, jedoch, wie es schien, ohne beträchtlichen Schaden, da es wenige Tage darauf sich wieder flott machte und seine Reise fortsetzte. Die Gewalt des Windes wurde nicht an diesem Schiffe allein, sondern noch an einer beträchtlichen Anzahl anderer wahrgenommen, die an den benachbarten Küsten verlohren gingen.

Dass die Mondswechsel von einer Veränderung des Wetters begleitet werden, ist eine Behauptung, die sowohl der Meinung des Prof. Toaldo sehr gemäss ist, als auch durch jede Beobachtung, die ich seit dem Anfange des Jahres 1789, als meine Aufmerksamkeit auf die Wasserhosen gespannt wurde, bis zum 19ten März, da aufs neue einige erschienen, anstellte, bestätigt wird. So kam auch diesmahl genau mit jedem neuen Viertel das kalte Wetter zurück, welches den 27sten December mit dem Neumonde so plötzlich eingebrochen war. Ich konnte

mich in Rückſicht dieſer Beobachtung gar nicht irren, da es in meiner Stube jedes Mahl während dieſer zufälligen Kälte rauchte, was ſonſt nie der Fall iſt. Zwei Tage nachher, da die Witterung wieder milde wurde, blieb auch der Rauch aus, und zeigte ſich erſt wieder bei dem folgenden Wechſel.

Den 19ten März blies der Wind, der den Abend vorher angefangen hatte, mit etwas weniger Heftigkeit als den 6ten Januar. Die Wolken waren von Oſt gegen Weſt zu aufgethürmt, aber nicht ſo dicht wie damahls. Vierzig Minuten nach 11 Uhr des Morgens bemerkten wir *zwei Waſſerhoſen*, (Taf. II *a*, *b*, Fig. 4,) die ſich zu gleicher Zeit, eine hinter der andern, fortbewegte. Die merkwürdigſten Umſtände bei dieſen Waſſerhoſen waren:

1. Der auſserordentlich groſse Umfang des Wolkenzipfels *d*, Fig. 4, von deſſen Ende die wirkliche Hoſe *b*, die ohne allen Vergleich dünner war, herabhing. Das Auffallende hiervon verſchwindet aber, wenn man bedenkt, daſs die ihr folgende Hoſe, die von der Beſchaffenheit der vorhin beſchriebenen war, ſie einigermaſsen ihrer Stütze beraubte, ſo daſs die obere groſse Erweiterung des Wolkenzipfels ein Anfang der Auflöſung, und die Dünnheit der Hoſe *b* ein Beweis von der geringen Intenſität der wirkenden Electricität war; ein Schluſs, der auch durch die folgenden Umſtände beſtätigt wird.

2. Eben ſo auffallend war das Unvermögen in den Füſsen dieſer beiden Waſſerhoſen, ihr ſie umge-

bendes Wassergefieder aufzurichten. Man sieht es ihnen an, (*a*, *b*, Fig. 4,) daſs es mit Gewalt niedergehalten und verhindert wurde, so senkrecht in die Höhe zu steigen, wie dies bei den vorher beschriebenen geschah. Sowohl um die Spitzen dieser Wasserfedern, als auch in der Mitte des Kreises an der Oberfläche der See, zeigte sich ein kleiner Dunstkreis. Da sie aber nicht sehr ausgebreitet, und daher der Dünste nur wenige waren, so erhielten wir auch nur sehr wenig Schnee. Dieser hielt ungefähr eine halbe Stunde an; dann klärte sich das Wetter wieder auf. Während diese Wasserhosen vorüberzogen, hörte man 5 oder 6 mahl sehr entfernt donnern.

In der Zwischenzeit vom 6ten Januar bis zum 19ten März müssen sich noch andere Wasserhosen an der Küste von Provence gezeigt haben. Zum wenigsten sah ich mit Zuverläſsigkeit einige aus den Wolken herabhangende Zipfel, und ihr Produkt, der gefrorne Schnee, reichte bis an unsre ersten Berge dieſseits des Var. Da aber meine durch die Berge der Provence beschränkte Aussicht mir nicht zulieſs, diese Wasserhosen selbst zu sehen und eine Zeichnung oder Beschreibung von ihnen zu geben, so will ich hiermit meine Beobachtungen schlieſsen und zu den Resultaten übergehn.

Resultate.

Nach meiner Meinung sind die den 2ten April 1780 von mir bemerkten Thatsachen, (wofern mich

nicht Parteilichkeit für meine eignen Beobachtungen verblendet,) für die Physik von grofsem Werthe; sowohl wegen der Nähe, worin die Wasserhose sich mir damahls zeigte, als auch wegen der Durchsichtigkeit der Dünste, die ihren Fuss umgaben, da man durch sie fast ganz deutlich das innere Kochen und Aufwallen bemerken konnte. Aus ihnen folgt:

1. Dass innerhalb des Raums, der von dem Fusse der Wasserhose eingenommen wird, ein wirkliches Kochen in der See statt findet;

2. dass die Dünste des Wassers, die in die Höhe getrieben werden, das Produkt einer Verdünstung sind, wobei das süsse Wasser von dem salzigen geschieden werden muss, indem es durch Versuche bewiesen ist, dass die Destillation das einzige Mittel ist, wodurch sich das Seewasser völlig versüssen lässt.

Um sich dieses Phänomen, das wir damahls sahen, zu veranschaulichen, stelle man sich den ungeheuren Dampf und die Rauchwolken vor, die aus dem Rauchfange eines Backofens steigen, wie wir sie hier zu Nizza haben, worin ganz frisch geschlagenes Fichtenholz und in einer solchen Menge brennt, dass man dabei grosse Quantitäten Brod bäckt. Auf diesem Rauchfange stehe ein gläserner Trichter, dessen Röhre zu unterst in die Oeffnung des Rauchfangs hineinpasse und der sich nach oben zu immer mehr erweiterte, und sich endlich in ein sehr weites Gefäss endige. Man kann sich leicht vorstellen, dass in dem engen Halse des Glastrichters

die auffteigenden Dämpfe fich bald fo zufammenpreffen werden, dafs er gänzlich undurchfichtig wird, und dafs folglich in ihm die kräufelnden Wolken des auffteigenden Dampfs gar nicht mehr von einander zu unterfcheiden find. Kommt diefer nun, von dem Feuer des Ofens fortgetrieben, in den obern weitern Theil des Trichters, wo er fich ausbreiten und verdünnen kann, fo wird man ohne Zweifel die befondern Bewegungen der Dämpfe und die nach einander folgenden Aufwallungen des Rauchs bemerken können. Denkt man fich hierbei den Ofen weg, und ftatt des Rauchs die Dünfte des kochenden Waffers, fo bietet der gläferne Trichter eine fehr vollkommene Darftellung des Phänomens dar, das 1780 und 1789 den 6ten Januar von mir beobachtet wurde.

Man wird vielleicht einwenden, dafs diefe Thatfachen gar nicht mit der Theorie der Wafferhofen übereinftimmen, die Muffchenbroek gegeben hat. Diefen Einwurf haben auch alle meine Freunde, die fich mit der Naturkunde befchäftigen, gegen die Erzählung unfrer 1780 angeftellten Beobachtung gemacht, und fie bewogen mich, die öffentliche Bekanntmachung derfelben einige Jahre aufzufchieben, weil es gar nicht möglich war, die Mittel, deren fich die Natur zur Hervorbringung der Wafferhofen bediente, und ihren Gebrauch, mit den Ideen jenes berühmten niederländifchen Profeffors zu vereinen. Da ich mich nur auf eine einzige Beobachtung, die zwar durch das Zeugnifs zweier fehr

glaubwürdiger Männer unterstützt wird, berufen konnte, so verstand ich mich dazu; wiewohl ich mir schmeichelte, alle diese Einwürfe durch die Erzeugung einer künstlichen Wasserhose vermittelst der Electrisirmaschine, so wie man auf diese Art Donner und Blitz nachahmen kann, sehr leicht widerlegen zu können. Denn dies hielt ich damahls und halte es noch heute für möglich. Aber nun sehe ich, der neuen Reihe von Beobachtungen, die die von 1780 bestätigen, zu Folge, sehr deutlich, dass die Prozesse der Natur von denen sehr verschieden sind, die Musschenbroek angiebt. Dieser kenntnissreiche und sehr genaue Beobachter hatte nie das Glück, dieses Phänomen in einer günstigen Stellung selbst beobachten zu können, und ist gleich unglücklich in seiner Erklärung, sowohl des vermeintlichen Herabfallens des Wassers, (das wirklich in der Wasserhose aufsteigt,) als der Bildung des Fusses, den er, seiner Theorie gemäss, bloss für eine Masse Seewassers, in seinem natürlichen Zustande, hielt. Ich kann es fest behaupten, ohne befürchten zu dürfen, dass die Erfahrung mich widerlegen wird, dass dieser Fuss, oder diese Atmosphäre, nichts anderes ist, als die Substanz der Wolken und Nebel.

Man muss auch ferner bedenken, dass zur Zeit Musschenbroek's die Theorie der Electricität noch so geringe Fortschritte gemacht hatte, dass er sich ihrer gar nicht zur Erklärung der feurigen Meteore bediente. Es ist daher auch nicht zu ver-

verwundern, dafs er sie nicht zu seiner Theorie der Wasserhosen zu Hülfe nahm.

Was ist denn aber das Agens, wird man vielleicht fragen, das dieses Kochen in der See verursacht, und die Dünste durch die Wasserhose zu der Wolke auftreibt? Blofs darauf zu antworten, dafs dieses Agens die Electricität sey, ohne weitere Beweise darüber zu geben, ist in der That so viel als gar nichts gesagt. Ich antworte auf diese Frage, dafs ich die Resultate der Beobachtung dargelegt, und das erzählt habe, was ich auf das deutlichste sah. Ich glaube, dafs ich die Ursache zu erkennen und zu bestimmen vermag, ohne darüber Beweise geben zu können: aber es soll mir sehr lieb seyn, wenn Männer von gröfserer Erfahrung und mehrern Kenntnissen mir mit Aufstellung dieser Theorie zuvorkommen. Ich halte es für besser, mein Urtheil noch aufzuschieben und dem verführerischen Vergnügen, jede Sache zu erklären, wodurch die Masse der Irrthümer in der Naturkunde so leicht vermehrt werden kann, nicht Gehör zu geben.

Die zweite Thatsache, welche sich von selbst in unsern Beobachtungen darbietet, ist die, dafs sich zur Bildung der Wasserhosen zwei Ursachen, oder vielmehr zwei verschiedene Modifikationen einer und derselben Ursache vereinigen. Wenn der Fufs ohne die Wasserhose erscheint, so ist sie nicht die hervorbringende Ursach desselben, und der Fufs ist vielmehr ein Kochen oder Aufbrausen in der See, das auf diesem Flecke statt findet. Aber wie viel

interessante Fragen können nicht über diesen Theil des Phänomens aufgeworfen werden! Was ist das für eine Kraft, die den Fuss *a*, Fig. 3, auf seiner Stelle so lange bewegungslos fest hielt, obgleich ein heftiger Ostwind blies, bis der Zipfel der Wolke, die die Wasserhose bilden sollte, gerade über ihn zu stehen kam? Was ist das, was wie ein Sack aussah, sich aus der Wolke niederrollte, und schon zuvor in dem hervorspringenden Theile derselben vorhanden war? Da ich keine genugthuenden Antworten auf diese und ähnliche Fragen geben kann, so will ich zur dritten merkwürdigen Thatsache übergehn.

Wenn der Fuss einer Wasserhose sich dem Lande zu nähern beginnt, so zieht sich der Durchmesser desselben zusammen, seine Höhe nimmt ab, sein ganzes Volumen wird immer geringer, und er verschwindet endlich gänzlich, so bald er die Küste berührt. Nach genauer Beobachtung, die ich anstellte, schien es, als ob der Fuss, auch der grössten Wasserhose, abzunehmen anfange, sobald die Tiefe der See unter ihm geringer als seine eigne Erhebung über ihre Oberfläche wird. Wenn dies wahr ist, wie ich gewiss glaube, so kann man daraus schliessen, dass das Aufbrausen oder Kochen, welches die Wasserhose mit Wasser versieht und die den Fuss rings umgebenden Dünste bildet, sich vielleicht genau so weit in die Tiefe der See erstreckt, als der Fuss selbst sich über die See empor hebt, und dass die Quantität des Materials zur Ergänzung der

Dünste, in dem Verhältnisse abnimmt, als das Wasser seichter wird.

Erklärung der Kupfer.

Taf. I. Fig. 1 stellt den unvollkommenen Fuss *a* einer Wasserhose vor, der den 6ten Januar 1789, früh 5 Minuten nach 10 Uhr, gesehn wurde. Links sieht man die Wolken, welche zum Zenith ansteigen, doch noch beträchtlich entfernt sind. Dieser Fuss hatte Federn von Wasserdunst, die sich gleich Segeln erhoben, und wurde von dem Winde nach der Küste getrieben. In dem Verhältnisse, als er sich dem Lande näherte, zog er sich zusammen, und wurde in eine Nebelsäule verwandelt, die in dem Augenblicke, als das Wasser zu fehlen anfing, von dem Winde über das Land hingestürzt wurde. (*b*.)

Fig. 2. *a* ist die ungeheure Wasserhose, die denselben Tag, 8 Minuten vor Mittag, sich zeigte. Nichts konnte mehr einem brennenden Kriegsschiffe gleichen, als dieses Phänomen, ausgenommen, dass keine Flammen zu sehen waren. Ich habe mich bemüht, die beständigen Auswürfe oder Aufwallungen des sie umgebenden Dunstes und des aus der Mitte herausspritzenden Wassers darzustellen. Bei *b* sind die Ueberreste einer Wasserhose zu sehn, die zerstreut worden war, nachdem ihr Fuss das Land berührte.

Taf. II. Fig 3. *a* stellt den bereits gebildeten Fuss der zweiten Wasserhose dar, die wahrscheinlich die dritte war. Noch ist die Hose selbst nicht da. Bei *b*

ist der Wolkenzipfel zu sehn, der schief nach Osten hin gerichtet war, und mit der Wolke nach Westen sich bewegte. Bei *c* kann man sehn, wie der Zipfel *b*, nachdem er über den Fuss zu stehen kam, sich senkrecht richtete, und sich augenblicklich wie ein weiter Sack, von der Gestalt eines umgestürzten Kegels, entfaltete. Er war fast ganz durchscheinend, wie Gaze. Sobald sich dieser aus der Substanz der Wolke bestehende Sack aus einander gewickelt und sein schmales Ende auf den Boden des Fusses *d* fest gesetzt hatte, welches innerhalb 3 oder 4 Sekunden geschah, wurde er gerade und ohne Falten. Ein Dunst, gleich dem, der 1780 gesehn wurde, stieg sogleich in diesem Sacke, als in einer Röhre, auf. Er erweiterte ihn zu der Gestalt einer Wasserhose, benahm ihm seine Durchsichtigkeit, und gab ihm eine dunkle Indigo-Farbe, wie sie die Wolken hatten. In demselben Augenblicke bewegten sich der Fuss und die Hose von Osten nach Westen; beide folgten dem Laufe, den der Wind den Wolken gab, an welchen die Hose hing. Nachdem diese Wasserhose zernichtet war, bot die folgende dasselbe Phänomen, wie die andern dar. Es muss bemerkt werden, dass die Entfernung des Zipfels *b* von dem bereits gebildeten Fusse *a*, hier in der Zeichnung nicht konnte gehörig gezeichnet werden. Dieser Zipfel war, als er zuerst bemerkt wurde, über eine französische Meile von *a* entfernt, wahrscheinlich hatte er sich schon in einer grössern Entfernung gezeigt. Die zweite

und dritte Wasserhose waren, allen ihren Ausdehnungen nach, etwas kleiner als die erste.

Fig. 4 zeigt die beiden Wasserhosen, die den 29ten März dicht hinter einander herzogen. Der Wind war nicht so heftig und die See nicht so unruhig als den 6ten Januar; die Wolken thürmten sich nicht so sehr und waren auch nicht so finster. Die Intensität des Phänomens war auch verhältnissmässig geringer. Bei *a* und *b* kann man sehn, dass die den Fuss umgebenden Dunst- und Wasserbüschel nicht die Kraft hatten, sich, wie die in den vorhergehenden Figuren, in die Höhe zu richten, sondern dass sie vom Winde niedergehalten wurden. Die Erweiterung des obern Theils der Hose *d*, schien ein Anfang der Auflösung zu seyn, so wie sie bei *b*, Fig. 2, beobachtet worden war. Diese zwei Wasserhosen nahmen ihren Lauf über Antibes hinaus. Die vom 6ten Januar erreichten die Küste zwischen der Stadt Antibes und der Mündung der Var. Den Weg, den sie von der Zeit, als sie zuerst bemerkt wurden, bis zu der Küste zurücklegten, kann man auf 5 oder 6 gemeine französische Meilen schätzen.

Noch muss hier wieder bemerkt werden, dass die Zeichnungen die Wasserhosen in ihrer scheinbaren, nicht in ihrer wahren Grösse, verhältnissmässig darstellen. Fig. 1 zog nur einen Büchsenschuss weit vor meinem Fenster vorbei: die Wasserhosen Fig. 2, 3 und 4 blieben dagegen 2 bis 3 Seemeilen entfernt, und waren also nach eben dem Verhältnisse grösser, nach welchem sie weiter abstanden.

IV.

BESCHREIBUNG
einer Wasserhose auf dem Genfer See,

vom

Berghauptmann Wild
zu Cuilly. *)

Diesen Morgen, (am 1sten Nov. 1793,) wurde ich um 8 Uhr 35 Minuten benachrichtigt, dass sich auf dem See etwas sehr sonderbares zeige. Ich brauchte mich nur umzuwenden, um in der That ein eben so prachtvolles als seltnes Phänomen wahrzunehmen. Der Schauplatz war mitten auf dem See, etwas östlich vom Dorfe Meillerie. Der Himmel war sehr ungleich bewölkt; links und rechts von jener Stelle schneiete es über dem Boveret und auf den Höhen von Evian; mir gegen über waren die Berge von sehr schwarzen Wolken umgeben, und aus diesen stieg eine schwarzgraue, sehr dicke Säule so herab, dass man sie hätte für eine feste Masse halten können. Sie war sehr scharf begränzt, die Ränder der Länge nach abgeschnitten, (*ses bords tranchés sur la longueur,*) und sie stand ganz einzeln da, wie sie Taf. III, Fig. 1 unter *a* dargestellt ist. Der Fuss *c* dieser Säule war am stärksten durchsichtig, kaum sichtbar, und hatte ganz das Ansehn eines aufsteigenden, fast aufgelöseten Dunstes. Das

*) *Journal de Physique*, t. 1, p. 39.

schäumende Waſſer des Sees, *d*, ſpritzte bis auf eine Höhe, die ich auf mehr als 100 Fuſs ſchätzte, die aber wahrſcheinlich noch viel mehr betrug; und dieſes war der ſchönſte Theil des Schauſpiels. Der See darunter ſchien ausgehöhlt; wiewohl das eine Täuſchung ſeyn konnte. Der horizontale Durchmeſſer der anſpritzenden Waſſermaſſe ſchien ſehr beträchtlich zu ſeyn; ich ſchätzte ihn auf 1°, ſo wie die ganze Höhe der Waſſerhoſe auf 8° ſcheinbarer Gröſse. Setze ich daher die Entfernung des Phänomens von meinem Standorte auf eine Berner Meile oder 18000 Fuſs, ſo würde ihr Durchmeſſer 315, und ihre Höhe 2000 pariſer Fuſs betragen haben.

Ich beobachtete die Erſcheinung mit einem kleinen Dollond; mein groſses Fernrohr aufzuſtellen, hatte ich nicht Zeit genug, da ſie ſchon nach 3 Minuten, nachdem ich ſie zuerſt wahrgenommen hatte, verſchwand. Dieſes geſchah plötzlich, ſo daſs binnen einer halben Minute auch alle Spuren derſelben fort waren; faſt ſo, wie die Dichter das Verſchwinden der Geiſter zu ſchildern pflegen, und ihr unterſter Theil zuerſt. Während die Säule ſich auflöſete, zeigten ſich einen Augenblick lang einige Dünſte, zerſtreuten ſich aber ſo ſchnell, daſs man ſie kaum wahrnehmen konnte. Die letzte Spur von Dünſten war über der Waſſerfläche. Und das war alles, was ich bemerken konnte.

Meine Zeichnung finden alle, die das Phänomen geſehn haben, treu. Das Barometer ſtand auf 26 Zoll $7\frac{7}{8}$ Linien, folglich 5 Linien unter ſeinem

mittlern Stande am Genfer See; das Reaum. Thermometer auf 5½ Grad.

Waſſerhoſen, bemerkt hierbei Pictet, ſind auf dem Genfer See auſserordentlich ſelten; wozu die Witterung, die Temperatur und der nicht-electriſche Zuſtand der Luft das Ihrige beitragen mögen. In dieſem Falle ſcheine keine Electricität mit im Spiele geweſen zu ſeyn. Der Theil des Sees, worin ſich die Waſſerhoſe zeigte, iſt den Sturmwinden ziemlich ausgeſetzt, die von den Gebirgen im Chablais plötzlich herabfahren. Vielleicht daſs einerlei Urſach dieſe Stürme und die Waſſerhoſen, je nachdem ſie ſich verſchieden modificirt, veranlaſst.

V.

BESCHREIBUNG
einiger Wasserhosen und eines ähnlichen Phänomens im atlantischen Meere,
beobachtet
vom
Schiffs - Lieutenant J. B. Baussard. *)

1. *Wasserhose, auf der Nordseite der Insel Cuba den 12ten Juli 1782 beobachtet.*

Da eine genauere Kenntniss der Wasserhosen die Physiker und die Seeleute interessirt, und man dazu nur durch eine grosse Menge von Beobachtungen, mit Figuren begleitet, gelangen kann; so halte ich es für Pflicht, diejenigen bekannt zu machen, welche ich Gelegenheit zu beobachten hatte.

Als ich mich den 12ten Juli 1782, Morgens um 7 Uhr 45', auf der Nordseite von Boca de la grande Caravelle, an der Nordseite der Insel Cuba, 6 Seemeilen weit von der Küste, auf der königlichen Fregatte Northumberland befand, auf der ich diente, (es war ein schöner und sehr warmer Tag bei nebligem Horizonte und wolkenfreiem Him-

*) *Journal de Physique* etc., *par* Delamétherie, Tome 3, p. 346.

mel,) erhob sich plötzlich eine Wasserhose in einiger Entfernung vom Vordertheile. Während das Schiff den Raum einer Viertelmeile durchlief, und sich dieser Wasserhose gezwungen immer mehr näherte, nahm sie beträchtlich zu, bis sie ungefähr noch 400 Toisen entfernt war. In diesem Zeitpunkte schien der Durchmesser ihrer Grundfläche 4 Toisen, des untern Theils der Säule 4 Fuss und des mittlern Theils derselben 10 Fuss zu betragen; der obere Theil erweiterte sich und bildete die Wolke.

Ein leichter Nord-Ostwind schien die Wasserhose und das Gewölk, welches sie bildete, (*quelle servit à former*) vor sich her zu treiben. Als beide sich einigen Schiffen der Flotte bis auf Kanonenschussweite genähert hatten, wurden mehrere Kanonenkugeln gegen sie abgefeuert. Diese thaten die beste Wirkung, indem sie das Zuströmen des Meerwassers, welches schnell in die Höhe kreiselte, unterbrachen. Die Wasserhose wurde nun unten schwächer, und trennte sich bald darauf ganz von ihrem Fusse, worauf das Kochen und Aufbrausen, (*bouillonnement,*) aufhörten.

Die innere Bewegung schien, wie ich schon bemerkt habe, mit Regelmässigkeit von unten nach oben zu gehn, und hörte damit auf, indem sie sich gänzlich zerstreuete, das Gewölk zu bilden, das unsern ganzen Horizont bedeckte. Der Donner, der sich hören zu lassen anfing, wurde nun stärker, und ein Blitzstrahl traf eins der spanischen Schiffe von

der Escadre des Generals Cordova, und zerbrach zwei der Schiffsraaen. Unmittelbar darauf fiel ein heftiger Regen, der über eine Stunde lang anhielt und die Luft merklich abkühlte. — Die Säule dieses Wasserhebers war stets minder dunkel als das Gewölk, und gegen das Ende zu um vieles heller. Das Phänomen dauerte ungefähr $\frac{3}{4}$ Stunden, während dessen das Schiff und die Wasserhose sich ungefähr $1\frac{1}{2}$ Meilen entfernt hatten.

Die Physiker sind nicht ganz über die Art einig, wie sich die Wasserhosen bilden. Einige behaupten, das Meerwasser steige an, so wie ich es bemerkt habe, und bilde die Wolke, die darüber hängt, oder vermehre sie wenigstens beträchtlich; andere lassen dagegen die Wasserhose von der Wolke herabkommen, und glauben dieses sey immer der Fall. Ich habe mehrmahls bei einem fast wolkenfreien Himmel Gelegenheit gehabt zu bemerken, dafs die Wasserhosen sich zuerst aus dem Meere erheben, die Wolke erzeugen oder doch vergröfsern, und Stürme veranlassen; folglich kann das dumpfe Getöse, welches man hört, und das Aufkochen im Fufse, nicht vom Wasser, das aus den Wolken fällt, verursacht werden, sondern beides rührt von den Wassertheilchen des Umkreises her, welche stärker verdichtet sind oder mit geringerer Kraft in die Höhe getrieben werden, als die im Centro des Hebers. Diese letzte Meinung bestätigt auch der Augenschein, indem ich das Wasser merklich in die Höhe steigen, aber nicht

wieder herunterfallen sah. Im letztern Falle wäre es auch nicht zu begreifen, wie nicht alles Waſſer aus der Wolke gleichfalls durch die Säule der Waſſerhoſe herabflieſsen ſollte.

Was die Urſach des Phänomens betrifft, ſo könnte man vielleicht auf den Gedanken gerathen, daſs unterirdiſche Entzündungen, wenn ſie ſchnell aus dem Grunde des Meeres herausdringen, die Waſſerhoſen und das Auffteigen des Waſſers in ihnen verurſachen. Allein die Erſcheinung iſt zu häufig, als daſs man ſie dieſer einzigen Urſach zuſchreiben könnte; wahrſcheinlich wirken dabei verſchiedne Urſachen zuſammen.

---

2. *Zwei Waſſerhoſen, auf der Oſtſeite der Inſel Teneriffa am 22ſten Nov.* 1796 *beobachtet.*

Das Schiff, die *ſchöne Angelica*, welches zu einer naturhiſtoriſchen Expedition ausgerüſtet war, und worauf ich mich als Schiffs-Lieutenant befand, lag am 22ſten November 1796 auf der Rhede von Santa Cruz bei der Inſel Teneriffa vor Anker. Das Wetter war Nachmittags ſehr ſchön, Nachts aber ſtürmiſch und regnig; es blitzte ſtark aus Süden, und es fielen zwiſchen 10 Uhr Abends und 3 Uhr Morgens ſtarke Regenſchauer. Da beim Aufgange der Sonne das Wetter ſchön, der Himmel von Zeit zu Zeit bedeckt, und die See an der Küſte um ſo ruhiger war; da der ſchwache Wind, wel-

cher wehete, aus Nordweſt kam: ſo benutzte ich dieſe Umſtände, um die Rhede von S. Cruz in ihrem ganzen Umfange, zum Behufe meines hydrographiſchen Plans derſelben, zu ſondiren. Um 9 Uhr Morgens bemerkte einer von den Leuten, die mit mir in dem Boote waren, nach Süden zu auf der Höhe des Meeres den Anfang einer Waſſerhoſe, welche ſich auf eine eigne Art bildete, und benachrichtigte mich davon ſogleich.

Als ich hinblickte, ſtand die Waſſerhoſe ſchon da. Die unbewegliche und wenig ausgedehnte Wolke, welche ſenkrecht über ihr hing, war oben ſchmutzig weiſs, und unten, wo die Waſſerhoſe daran ſtieſs, dunkelbraun. Da ich ungefähr eine franzöſiſche Meile von dem Entſtehungsorte der Waſſerhoſe entfernt, und in meinem Boote nicht hoch über der Meeresfläche erhaben war, ſo konnte ich, während ſie ſich vergröſserte, weiter nichts als eine verworrene Bewegung des Waſſers im Innern der Säule, und ein ſehr ſtarkes Aufbrauſen im Fuſse derſelben wahrnehmen, welcher ungefähr einen dreimahl gröſsern Durchmeſſer als die Säule haben mochte. Der innere Theil des Hebers war durchſichtiger als das Uebrige, ſo daſs ich auch diesmahl das Waſſer regelmäſsig, und mit unglaublicher Schnelligkeit darin anſteigen ſah, wobei ſich die Wolke beträchtlich an Umfang vergröſserte, und mannigfaltige Farben annahm. Die Hauptfarbe des obern Theils war röthlich, des untern, der an die Waſſerhoſe ſtieſs, ſchwärzlichbraun.

Ich hatte dieses Phänomen ungefähr 15 bis 20 Minuten lang beobachtet, als ich plötzlich dicht östlich bei der erstern eine zweite Wasserhose entstehn sah, die jedoch, nachdem sie eine Viertelstunde, ohne sich merklich zu vergröſsern, gedauert hatte, sich von ihrem Fuſse trennte, worauf alsbald das Aufbrausen und die ganze Wassersäule verschwanden, so daſs man von ihr nichts weiter sah, als den Wolkenzipfel, an dem sie saſs. Sie war anfangs conisch. Der Fuſs des Hebers schien nicht über 1 Fuſs, der mittelste Theil 2 Fuſs, und der oberste, der an die Wolke stieſs, 10 bis 12 Fuſs dick zu seyn, und das aufbrausende Meerwasser im Fuſse war verhältniſsmäſsig viel stärker als die Säule, und stieg bis auf ungefähr 12 bis 15 Fuſs unter dem Heber. Der übrige aufkochende Theil hatte eine längliche Gestalt. *) Auch in ihr stieg das Wasser regelmäſsig in die Höhe. Ihre Säule war dunkler, dagegen die der ersten Wasserhose lichter, als die über beide hangende Wolke, letztere zuletzt sehr hell.

Um 10 Uhr Morgens wurde das Wetter stürmisch, doch ohne Blitz und Donner, und es regnete abwechselnd den Nachmittag über; hätten nicht die

*) Die kegelförmige Gestalt des aufbrausenden Wassers im Fuſse dieser Wasserhosen, ist noch ein Beweis mehr, daſs das Wasser in ihnen nicht fällt, sondern steigt, und die Wolke bildet oder sie doch sehr vergröſsern hilft. *B.*

Winde das Gewitter nach der Mittagsseite der canarischen Insel gejagt, so würden wir vielleicht noch stärkere Schlagregen gehabt haben. Gegen Abend war das Wetter merklich abgekühlt, obgleich die Sonne von Zeit zu Zeit durchgeschienen hatte, und die folgende Nacht war so kühl, dass das Reaumür. Thermometer beim Aufgange der Sonne am 23sten November auf 14° stand, indess es an den vorhergehenden Tagen bei Sonnenaufgang über 16° Wärme zeigte.

---

3. *Beobachtung eines mit den Wasserhosen verwandten Phänomens.*

Ich bemerkte am 6ten December 1796 vor Aufgang der Sonne, vom Bord der schönen Angelica, welche auf der Rhede von S. Cruz bei der Insel Teneriffa vor Anker lag, folgendes Phänomen. Den Tag vorher war der Himmel abwechselnd bedeckt gewesen; am Abend und die Nacht hindurch blitzte es; es blies ein frischer Süd-Südwest-Wind, und das Meer warf hohe Wellen, wobei das Schiff stark nach vorn und seitwärts schwankte.

Kurz vor Aufgang der Sonne zeigte sich am Horizonte ein mir ganz neues Phänomen, welches meine Aufmerksamkeit fesselte. Während der 3 bis 4 Minuten, die es über dem Horizonte sichtbar war, hatte es unverändert die Gestalt des Schwengels einer Feuerspritze, war aurorafarbig, und

berührte mit dem untern Ende den sichtbaren Horizont, mit dem obern eine ferne, 3 bis 4 Grad über die Stelle des Horizonts erhabne Wolke, wo der obere Sonnenrand sehr hell aufstieg; und dieses kleine Phänomen verschwinden machte, welches mit der physischen Ursach des Blitzes zusammenzuhängen scheint, da es die Gestalt desselben, doch ohne dessen Lebhaftigkeit hatte. Das Reaumür. Thermometer stand damahls auf 16°, und zu Mittag auf 17°.

VI.

VI.

BEMERKUNGEN

gegen GIRTANNER's *Meinung vom Stickstoffe, und gegen die vorgebliche Absorption des Sauerstoffs durch die reinen Erden,*

von

BERTHOLLET

in Paris. *)

Schon vor geraumer Zeit hatte Priestley aus einigen seiner Versuche anfangs geschlossen, destillirtes Wasser lasse sich, durch Kalk und vorzüglich durch Thon, oder auch ohne beide Stoffe, in Sandstein- oder matten Glas-Retorten in Luft verwandeln; zeigte aber, gleich selbst das Trügerische dieses Versuchs, in welchem die Luft durch die Gefäße hineindrang. Guyton fügte zu Priestley's Bemerkungen einige hinzu, **) und damit schien diese Sache abgethan zu seyn.

Indess erschien wieder ein Aufsatz Wiegleb's, worin er behauptete, durch Versuche dargethan zu haben, das Gas, welches man beim Durchgehn von Wasserdämpfen durch glühende irdene Röhren erhalte, sey lediglich der Vereinigung des Wärme-

*) *Annales de Chimie*, t. 35, p. 23—31. *d. H.*

**) *Encyclop. méthod.: Chimie*, t. 1, p. 674. *d. H.*

stoffs mit den Wasserdämpfen zuzuschreiben, und aus dieser Vereinigung entspringe Stickgas. Ihn wiesen Deiman, van Trooftwyk und Lauwerenburgh zurecht, indem sie alle Umstände jener vorgeblichen Erzeugung von Stickgas mit der gröfsten Sorgfalt untersuchten, und daraus den Schluss zogen: „dass das Stickgas, welches man in gewissen Fällen beim Durchgange von Wasserdämpfen durch glühende Röhren erhält, lediglich von der äussern Luft herrührt, deren Sauerstoffgehalt das Feuer, welches die Röhre umgiebt, verzehrt, und dass die vorgebliche Erzeugung von Stickgas hierbei, leerer Wahn sey." *)

Nach dem allen tritt Girtanner noch einmahl mit jener Behauptung auf, **) gestützt auf Thatsachen, deren meiste von andern entlehnt und schon hinreichend beleuchtet sind. Folgendes ist sein Hauptgrund: „Läfst man Wasser in einer gläsernen oder andern Retorte kochen, so erhält man Stickgas;" wobei er die Vorsicht angiebt: „um das Stickgas in gröfserer Menge zu erhalten, muss man das Wasser nur sehr langsam über einem mäfsigen Feuer verdampfen lassen." „In allen diesen Fällen", sagt er, „bemerkt man ohne Ausnahme, dass, so wie

*) Vergleiche auch *Annalen der Physik*, II, 201, 369, und Scherer *über die Verwandlung des Wassers in Stickstoffgas*. Halle 1800. *d. H.*

**) *Annales de Chimie*, t. 34, p. 1—40, und Scherer's *allgem. Journ. d. Chemie*, B. 4, S. 203. *d. H.*

der letzte Waſſertropfen verdampft iſt, die Erzeugung des Stickgas aufhört, dauert gleich das Feuer fort.“

Eine mit ſo viel Zuverſicht vorgebrachte Behauptung beſtimmte mich, den Verſuch unter der angegebenen Vorſichtsregel mit einer anſehnlichen Menge friſch deſtillirten Waſſers, einmahl mit wohl gewaſchnem Niederſchlage aus einer Alaunauflöſung durch Pottaſche, das zweite Mahl mit einem ſehr weiſsen Thone zu wiederhohlen. Ungeachtet beide Verſuche eine geraume Zeit lang dauerten, entwickelte ſich in ihnen doch gar kein Gas, und das Reſultat ſtimmte vollkommen mit dem der holländiſchen Phyſiker überein. Und dieſe ſo leicht zu widerlegende Thatſache iſt es doch vorzüglich, auf welche Girtanner ſein Syſtem von der Zuſammenſetzung des Stickſtoffs und von der Atmoſphäre bauet, „die keinesweges, wie man bisher glaub„te, ein Gemiſch von Sauerſtoffgas und Stickſtoff„gas, ſondern vielmehr ein Gemiſch aus Sauerſtoff„gas und Waſſerſtoffgas iſt; ein Waſſer in Gasgeſtalt. „Wird durch chemiſche Verſuche, die man ſehr „uneigentlich eudiometriſche genannt hat, der „Sauerſtoff der Luft vom Waſſerſtoffe geſchieden, „ſo iſt das nie völlig möglich; immer bleibt ein „Theil des Sauerſtoffs noch mit dem Waſſerſtoffe „chemiſch verbunden, und bildet das, was wir „Stickgas nennen.“

Wenn wir Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas unter einander miſchen, ſo machen wir alſo, nach Hrn.

Girtanner's Meinung, atmosphärische Luft; die Verschiedenheit des specifischen Gewichts, der Eigenschaften in allen Versuchen, und der Produkte beim Verbrennen, scheinen wohl Hrn. Girtanner zu unbedeutend zu seyn, um darauf zu achten.

Bouillon - Lagrange hat bei Gelegenheit des Girtannerschen Aufsatzes noch zahlreichere Versuche als ich angestellt, die aber ganz dasselbe Resultat geben. Auch er erhielt kein Stickgas, er mochte das Wasser allein, oder mit Thon, oder mit der reinsten Kieselerde in einer Glas-Retorte, an die er eine gläserne oder porcellanene Röhre angebracht hatte, kochen lassen. — Er füllte in eine ähnliche Röhre Kalkerde, die er aus weissem Marmor erhalten hatte, und liess durch sie Wasserdämpfe in Kalkwasser steigen; es entband sich etwas Kohlensäure, und bildete kohlensauren Kalk; aber nicht das mindeste Stickgas. Der Erfolg war derselbe, als er Thon in die Röhre füllte. — Lässt man Wasserdämpfe durch eine Porcellanröhre über Blei gehn, so verwandelt sich dieses Metall zum Theil in gelben Bleikalk und verglast sich; aber Stickgas wird dabei nicht entwickelt. Zinn, auch Zink, werden auf dieselbe Art in der Röhre oxydirt, und man erhält Wasserstoffgas, welches, als es Bouillon - Lagrange über geschmolznen Schwefel fortgehn liess, lediglich Schwefel-Wasserstoffgas, und kein Stickgas gab. Eben so wenig wenn er es mit Sauerstoffgas mischte und durch den electrischen Funken abbrannte, wobei sich

Wasser bildete und nicht das mindeste Stickgas zeigte.

Girtanner's Meinung steht mit der Behauptung des Herrn von Humboldt in Verbindung, *dass der Sauerstoff von den einfachen Erden, vorzüglich von der reinen Thonerde, verschluckt werde;* nur dass Humboldt dieses Verschlucken für eine blosse Trennung des Sauerstoffs, der figirt wird, von dem in Gasgestalt zurückbleibenden Stickstoffe hält, nach Girtanner dagegen das Stickgas erst durch die Operation erzeugt wird, und nicht als Stickgas vor dem Versuche in der Luft vorhanden war, indem erst die Erden die atmosphärische Luft darein verwandeln sollen.

Schon der jüngere Saussüre widersprach den Resultaten der Humboldtschen Versuche, die dieses darthun sollten, förmlich im *Journal de Physique.**) Er giebt zu, dass der Humus, (welcher ein Gemisch zersetzter und noch unzersetzter Pflanzentheile ist,) das Sauerstoffgas verschluckt, und das ist eine bekannte Thatsache, bezeugt aber, „diese Wirkung finde bei reinen, von allen vegetabilischen Theilen befreiten Erden nicht statt," und beschreibt mehrere Versuche, die er mit Thonerde, Kalkerde und Kieselerde angestellt hatte.

*) Man findet diese Streitschriften in den *Annal. der Physik*, I, 501, 505. *d. H.*

Im Pluviose-Stück des *Journal de Physique* *) findet sich darauf eine im Lehrtone abgefasste Antwort Humboldt's, die ungefähr dieselben Behauptungen, als sein erster Aufsatz, sammt einer Art von Garantie enthält, die er davon hernimmt, dass er seine Versuche im Laboratorio Vauquelin's und Fourcroy's angestellt habe. Gewiss eine sehr gültige Autorität, hätten diese beiden gelehrten Chemisten mit ihm cooperirt. Daran fehlt aber so viel, dass vielmehr, wie man aus dem Aufsatze ersieht, gerade die Versuche, die in ihrer Gegenwart angestellt wurden, misriethen.

Man hat mir versichert, der berühmte Fabroni aus Florenz habe um dieselbe Zeit die Humboldtschen Versuche wiederhohlt, doch ohne Erfolg. — Champy der Sohn, ein sehr genauer Beobachter, wiederhohlte sie in Kairo mit Thonerde, mit Kalkerde und mit dem Nilschlamme, bei einer Temperatur von 24° bis 28,8° R., und fand keine Absorption. Dabei ist zu bemerken, dass der Nilschlamm einige Pflanzentheilchen enthält, so dass er beim Destilliren etwas Kohlensäure und Kohlenstoff-Wasserstoffgas giebt. — Chaptal wiederhohlte die Humboldtschen Versuche zu Montpellier, ohne eine Absorption wahrzunehmen.

Ich selbst erhielt lange Zeit feuchte Thonerde mit atmosphärischer Luft und mit Sauerstoffgas in Berührung, ohne dass sich die mindeste Absor-

*) *Annalen der Physik*, I, 509. *d. H.*

ption zeigte. Da ein Chemist meldete, das Verschlucken finde beim Schütteln statt, so wurde auch dieses mit vieler Geduld angewendet, aber eben so fruchtlos. Ich wiederhohlte den Versuch mit dem weissen Thone, den ich von Guyton erhielt, und bemerkte eben so wenig Absorption; und doch gab dieser Thon im Feuer etwas Kohlensäure und eine geringe Menge Kohlenstoff-Wasserstoffgas. *)

*) Eine wunderbare Verschiedenheit in den Resultaten so höchst einfacher Versuche, die vielleicht am ersten Herr Dr. Emmert heben und aufklären könnte, der die Humboldtischen Versuche mit glücklichem Erfolge wiederhohlt und fortgesetzt hat. *Annalen der Physik*, VI, 101. *d. H.*

VII.

FORTGESETZTE BEOBACHTUNGEN

über chemische Wirkungen der galvanischen Electricität,

von

W. Cruickshank

zu Woolwich. *)

(*Annalen der Physik*, VI, 360.)

1. *Fernere Bemerkungen über die Zersetzung des Wassers, und einiger Niederschläge aus Auflösungen, durch galvanische Electricität. Versuch einer Theorie derselben.*

Um die Gasarten, in welche das Wasser und andere Flüssigkeiten durch den Galvanismus zersetzt wer-

*) Zusammengezogen aus Nicholson's *Journal of natur. philos.*, Vol. IV, pag. 254—264. Dass ich durch die Art, wie ich die wichtigern Aufsätze der Ausländer über die neuen Entdeckungen im Reiche des Galvanismus, für die *Annalen der Physik* theils schon bearbeitet habe, theils fernerhin noch bearbeiten werde, mir den Dank der Leser zu verdienen hoffe, kann ich hier nicht unbemerkt lassen. Was ich ihnen übergebe, sind nicht an die Worte klebende Uebersetzungen, die nur zu oft ganz ungeniessbar sind, auch nicht blosse Auszüge, am wenigsten solche, die aus gelehrten Zeitungen und Briefen zusammengerafft wären; sondern ich suchte darin durch eigne Ueberarbeitung Alles,

den, mit möglichster Genauigkeit untersuchen zu können, bediente ich mich bei diesen fortgesetzten

was jene Aufsätze enthalten, nur deutlicher, leichter übersehbar, und mehr in die Augen springend wiederzugeben, damit der Leser nicht unter der Menge kleiner Thatsachen erliegen, und, ohne doch sie selbst zu missen, wobei keine gründliche Belehrung statt finden würde, nicht durch sie die Uebersicht verlieren möge. Ich weiss nicht, ob ich mich irre, wenn ich dieses für den besten Weg halte, den Annalen den Ruhm zu sichern, den sich Gren's *Journal der Physik* mit Recht in der Lehre vom Galvanismus erworben hatte. In *früher* Bekanntmachung der interessanten hierher gehörigen Aufsätze der Ausländer, sind, wie die Leser wissen, alle deutschen Journale und Magazine hinter den Annalen zurückgeblieben; ich hoffe, sie werden auch in der *Art der Mittheilung* ihnen nachstehn. — Noch zwei wichtige Aufsätze über die Voltaische Säule sind schon in meinen Händen, (Versuche über die Wirkung von Säulen verschiedner Metalle auch im luftverdünnten Raume und in verschiednen Gasarten, und Nicholson's Zurückführung der Theorie der Säule auf die Lehre von der Electricität,) täglich sehe ich dem umständlichen, gewiss sehr interessanten Aufsatze Herrn Ritter's in Jena entgegen, den er mir versprochen, (*Annal.*, VI, 470,) und der die genügendsten Nachrichten von seinen merkwürdigen Versuchen mit der Voltaischen Säule enthalten wird. Theils um die Stärke dieses Stücks nicht allzusehr zu überschreiten, theils um den Leser mit allzuvielem Guten nicht zu überfüllen, behalte ich indess diese Aufsätze für die nächsten Stücke zurück. *d. H.*

Verfuchen des *Golddrahts* und *vergoldeten Silberdrahts*, die durch die galvanifche Electricität bei weitem nicht fo ftark als Drähte aus reinem Silber angegriffen werden.*) Das auf diefe Art entwickelte Gas beftand beinahe zu $\frac{1}{3}$ aus Sauerftoffgas; auch war der Gasftrom, der längs des Drahtes von der Zinkfeite der Voltäifchen Säule aufftieg, viel beträchtlicher, als wenn die Drähte aus bloſsem Silber oder aus Kupfer beftehn.

Ich füllte darauf eine weithalfige 3 Unzen-Flafche mit fehr reinem *Kalkwaffer*, pfropfte fie leicht zu, ftieſs zwei Golddrähte durch den Korkftöpfel, und fetzte die Flafche umgekehrt in eine Schale mit reinem Waffer. So bald die beiden Drähte mit den Endplatten der Voltaifchen Säule in Verbindung gefetzt waren, trat die Gasentwickelung ein, und zwar am ftärkften von der Silberfeite, und nach 4 Stunden war die Flafche mit Gas gefüllt. Eine Mifchung von einem Theile diefes Gas mit 2 Theilen Salpetergas verminderte fich um 1 Theil, und es blieb Salpetergas und Wafferftoffgas als Rückftand. Vier Theile des erhaltnen Gas durch den electrifchen Funken über Queckfilber entzündet, verfchwanden bis auf $\frac{1}{15}$ eines Theils, welches nicht weiter entzündbar war und Stickftoff zu feyn fchien.

*) Mit folchen und mit Kupferdrähten waren alle die intereffanten Verfuche Cruickfhank's angeftellt, deren der Lefer fich aus den *Annalen*, B. VI, St. 3, erinnern wird. *d. H.*

Diesen Versuchen nach besteht also das durch Golddrähte aus dem Wasser erhaltne Gas beinahe aus 2 Theilen Wasserstoffgas, 1 Theil Sauerstoffgas und aus etwas Stickgas.

Dass das Wasserstoffgas sich von der Silberseite, und das Sauerstoffgas von der Zinkseite der Voltaischen Säule her entwickelt, ist eine Vermuthung Nicholson's, *) die noch durch keinen Versuch bewährt war. Um sie zu prüfen, bog ich vor dem Löthrohre eine 10 Zoll lange Glasröhre in die Form eines lateinischen V; und machte, da sie noch glühend war, an der Spitze des Winkels eine Oeffnung von $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmesser. Beide Schenkel der Röhre wurden mit wohl verkütteten Korkstöpseln versehn, und durch sie Golddrähte hineingeschoben, so dass die Enden beider Drähte am Winkel der Biegung ungefähr 1 Zoll von einander abstanden. Diese Röhre füllte ich mit Wasser, stellte sie, ohne dass davon etwas herausfloss, den Winkel zu unterst, in eine Theetasse mit Wasser, und setzte die Drähte mit der Säule in Verbindung. Durch diese Vorkehrung erhielt ich die Gasart, die sich aus jedem Drahte entwickelte, völlig von der andern abgesondert, und als sich genug angesammelt hatte, prüfte ich sie auf folgende Art.

Ein Maass des Gas von der *Silberseite* wurde mit 1 Maass Salpetergas vermischt; es erhoben sich einige rothe Dämpfe, und das Ganze verminderte sich um

*) *Annalen der Physik*, VI, 351. *d. H.*

$\frac{1}{5}$ eines Maaſses. Der Rückſtand war Salpeter- und Waſſerſtoffgas. Als 2 Maaſs dieſes Gas mit 1 Maaſse reinem Sauerſtoffgas durch den electriſchen Funken über Queckſilber entzündet wurden, verſchwand alles bis auf $\frac{1}{5}$ Maaſs. Dieſer Rückſtand ſchien, nach der Probe mit Salpetergas, hauptſächlich aus Sauerſtoffgas zu beſtehn. Noch einige Zeit nach der Explosion war ein dichter weiſser Dampf über dem Queckſilber zu ſehen. — Ein Maaſs des Gas von der *Zinkſeite* mit 2 Maaſs eines ſehr reinen Salpetergas gemiſcht, verſchwand damit faſt gänzlich, und als noch 1 Maaſs Salpetergas hinzugeſetzt wurde, betrug die entſtandne Verminderung beinahe völlig 3 Maaſs. Dieſe Verſuche ſcheinen zu beweiſen, daſs das aus dem Drahte von der Silberſeite ſtrömende Gas hauptſächlich aus Waſſerſtoffgas beſteht, und das aus dem Drahte von der Zinkſeite ſtrömende Gas beinahe völlig reines Sauerſtoffgas iſt.

Ich bat mir nun zwei kleine Stücke *Platindrähte* von Hrn. Nicholſon aus, befeſtigte ſie an Silberdrähte, und bekleidete dieſe letztern mit einer Miſchung aus Harz und Wachs, ſo daſs bloſs das Platin der Wirkung des Waſſers ausgeſetzt blieb. Ich erhielt ſo dieſelben Gasarten, nur war das Sauerſtoffgas nicht ganz ſo rein, oft mit $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{4}$ Stickgas gemiſcht. Wurden die erhaltnen Gasarten durch den electriſchen Funken über Queckſilber explodirt, ſo betrug der Rückſtand an Waſſerſtoffgas und Stickgas beinahe $\frac{1}{7}$ des Ganzen. So oft ich die Gasarten einzeln und abgeſondert auffing, betrug das Gasvo-

lumen von der Silberseite fast das Dreifache (?) von dem, welches die Zinkseite lieferte, und enthielt immer etwas Sauerstoffgas, das ungefähr $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{10}$ des Ganzen ausmachte. Ob dieses Sauerstoffgas vielleicht gleich anfänglich im Wasser chemisch gebunden war? — In der Folge erhielt ich Platindrähte von beträchtlicher Länge; sie gaben fast dieselben Resultate. Durch Electricität über Quecksilber explodirt, liess das aufgesammelte Gasgemisch nur $\frac{1}{35}$stel des Ganzen Rückstand, der unentzündlich und wahrscheinlich Stickgas war, da Salpetergas ihn nicht verminderte. Mit Salpetergas gemischt, wurde $\frac{1}{3}$ des Gasgemisch verschluckt; so viel enthielt es also an Sauerstoffgas, $\frac{2}{3}$ an Wasserstoffgas. *) Der Platindraht sowohl als der Golddraht liefen in diesen Versuchen, bei voller Wirksamkeit der Säule, sehr sichtlich an. In folgendem Versuche fand eine wirkliche Auflösung des Goldes statt.

Ich hatte schon Talkerde und Thonerde aus ihren Auflösungen in Säuren durch Einwirkung des Drahts von der Silberseite gefällt, **) und war be-

*) Cruickshank widerspricht sich wahrscheinlich nur durch eine kleine Uebereilung. Bald giebt er das entbundene Sauerstoffgas zu $\frac{1}{3}$ des ganzen entwickelten Gas, wie hier, bald zu $\frac{1}{3}$ des erzeugten Wasserstoffgas, wie vorhin und weiter unten, an. Irre ich nicht, so wollte er immer das erstere sagen, da denn aber das Sauerstoffgas die Hälfte des entwickelten Wasserstoffgas betragen hätte. *d. H.*

**) *Annalen der Physik*, VI, 366. *d. H.*

gierig, ihre Wirkung auf ähnliche Auflösungen der Kalkerde zu erforschen. Ich füllte zu dem Ende eine Glasröhre mit liquider, krystallisirter, *salzsaurer Kalkerde*, und brachte diese mittelst Golddrähte, auf die gewöhnliche Art in die Kette der Voltaischen Säule. Anfangs erhob sich am Drahte des Silberendes wenig oder gar kein Gas, obgleich es augenblicklich in beträchtlicher Menge am Drahte von der Zinkseite aufstieg. Um diesen färbte sich die Flüssigkeit mit dem schönsten Gelb, indem hier der Golddraht aufgelöst wurde und zu Ende des Prozesses sehr stark zerfressen war. Nach einiger Zeit entwickelte sich auch Gas aus dem Drahte von der Silberseite; aber von einem Kalkniederschlage war hier nicht das geringste zu merken. Als man die Drähte herausgezogen hatte, roch die Flüssigkeit nach Königswasser oder nach oxydirter Salzsäure. Wurden Platinspitzen statt der Golddrähte genommen, so zeigte sich zwar auch dieser Geruch, aber eine Auflösung des Platins war nicht zu bemerken. Lediglich wenn Platin- oder Golddrähte angewandt werden, erzeugt sich Königswasser oder oxydirte Salzsäure, wovon der Grund in die Augen fällt. — Auch aus liquidem *Kochsalze* entwickelte sich bei derselben Behandlung Salpeter-Salzsäure.

Die Wirkungen auf *Lackmus*- und *Brasilienholz-Tinctur*, mittelst Gold- und Platindrähte, waren viel auffallender, als die in meinem vorigen Aufsa-

ten beschriebenen mittelst silberner Drähte; *) besonders wurde die Lackmus-Tinctur sehr bald geröthet. Nahm ich bloss destillirtes Wasser und Golddrähte, ohne das sich entwickelnde Gas zu sperren, und goss den Theil des Wassers, der mit dem Drahte vom Silberende in Berührung gestanden hatte, ab, so röthete dieser die Brasilienholz-Tinctur sehr stark. Ich stellte den Versuch auf diese Art an, weil man sonst glauben könnte, der Wasserstoff vereinige sich bei seinem Entbinden mit dem färbenden Stoffe des Brasilienholzes, und bringe so die Wirkung eines Kali hervor.

Diese und meine vorigen Versuche **) berechtigen uns zu folgenden Schlüssen:

1. Dass das aus *reinem Wasser* am Drahte vom *Silberende der Säule*, (er sey von welchem Metalle er wolle,) sich entwickelnde Gas aus *Wasserstoffgas* besteht, das mit sehr wenig Sauerstoff und Ammoniak vermischt ist.

2. Dass eben dieser Draht, aus was für einem Metalle er auch besteht, aus den *Metall-Auflösungen* das Metall *regulinisch niederschlägt*, welches sich ans Ende desselben ansetzt, und wobei kein Wasserstoffgas entbunden wird.

3. Dass von den *Auflösungen der Erden* lediglich die der *Talkerde* und der *Thonerde* durch den Draht vom Silberende zersetzt werden; ein Umstand, der

*) *Annalen der Physik*, VI, 362, 363. d. H.

**) *Annalen der Physik*, VI, 360. d. H.

die Meinung, daſs hier ſich Ammoniak erzeuge, ſehr begünſtigt.

4. Daſs, wenn man mit dem *Zinkende der Säule* Drähte aus *Gold* oder *Platin* verbindet, längs ihnen ſich Sauerſtoffgas, vermiſcht mit etwas Stickſtoff und Salpeterſäure, entwickelt, und zwar etwas mehr als ein Drittel, (die Hälfte?) des zugleich am Drahte vom Silberende ausſtrömenden Waſſerſtoffgas.

5. Daſs, wenn dieſer Draht vom Zinkende aus *Silber* oder einem *unedeln Metalle* beſteht, zwar auch etwas Sauerſtoffgas ausſtrömt, zugleich aber der Draht ſelbſt oxydirt oder aufgelöſt wird, oder beides zugleich; eine Wirkung, der der concentrirten *Salpeterſäure* auf dieſe Metalle ſehr ähnlich, welche durch dieſe Säure gröſstentheils oxydirt und nur zu einem kleinen Theile davon aufgelöſt werden. *)

6. Daſs, wenn man die längs Gold- oder Platindrähten ſich entwickelnden Gasarten über Queckſilber mit einander abbrennt, ſie faſt ganz verſchwinden und ſich zu Waſſer vereinigen. Dabei wird wahrſcheinlich auch etwas Salpeterſäure gebildet, da ſich immer noch einige Zeit nach der Exploſion

ein

*) Der groſse Unterſchied in dieſer galvaniſchen Wirkung auf *Gold* und *Silber*, die man doch immer für gleich ſchwer oxydirbar hält, läſst ſich lediglich dadurch erklären, daſs man annimmt, bei dieſem Prozeſſe werde Salpeterſäure erzeugt, die, wie bekannt, ſehr ſtark das Silber, aber nicht Gold und Platin angreift. *Cr.*

ein dichter weiſser Dampf zeigt. Das wenige rückſtändige Gas ſcheint Stickgas zu ſeyn.

Daſs in vielen dieſer Verſuche Waſſer zerſetzt wurde, liegt am Tage; aber das *wie* dieſes Prozeſſes iſt wahrlich nicht leicht erklärt. So z. B. iſt es höchſt wunderbar, wie der Sauerſtoff vom Drahte des Silberendes unſichtlich und unbemerkbar zum Drahte des Zinkendes der Säule übergehn und hier erſt als Gas zum Vorſchein kommen kann, und wie dieſes immer erfolgt, die Drähte mögen geſtellt werden wie man will, und zwiſchen ihren Spitzen ſich noch ſo viele Biegungen befinden, wofern nur die Spitzen ſelbſt nicht zu weit von einander abſtehn. Mir ſcheint alles dieſes aus der Annahme eines doppelten Zuſtandes für den galvaniſchen Strom, von welcher Natur er übrigens ſey, eines *oxydirten* und *desoxydirten Zuſtandes*, am leichteſten erklärbar zu ſeyn.

Beim Uebergange aus den Metallen in Flüſſigkeiten, die Sauerſtoff enthalten, bemächtigt er ſich des Sauerſtoffs und wird oxydirt; beim Einſtrömen dagegen aus der Flüſſigkeit in das Metall nimmt er wieder ſeinen vorigen Zuſtand an und wird desoxydirt. Strömt nun z. B. der unoxydirte galvaniſche Strom aus dem Drahte des Silberendes in das Waſſer über, (denn hiernach würde ich mir immer ein Ueberſtrömen von der desoxydirenden in die oxydirende Seite denken,) ſo bemächtigt ſich der galvaniſche Strom des Sauerſtoffs im Waſſer, und entbindet dadurch den Waſſerſtoff, der ſich ſo-

gleich in Gasgestalt zeigt: tritt er aber in den Draht der Zinkseite zurück, so läſst er den aufgenommenen Sauerstoff wieder fahren, und dieser entflieht hier entweder in Gasgestalt, oder oxydirt das Metall; könnte auch vielleicht, Girtanner's Lehre entsprechend, sich mit einem Antheile Wasser zu salpetriger Säure verbinden. *)

Die Wirkung des galvanischen Stroms, wenn er durch eine *Metallauflösung* geht, lieſse sich hiernach auf eine doppelte Art erklären; doch ist es wohl am einfachsten anzunehmen, daſs der galvanische Strom beim Ausströmen aus dem Drahte des Silberendes dem Metallkalke den Sauerstoff entzieht, und diesen beim Eindringen in den Draht vom Zinkende wieder fahren läſst. Nach dieser Erklärung findet am Drahte des Silberendes in diesem Falle keine Gasentwickelung statt, wohl aber, wenn man Gold- oder Platindrähte nimmt, am Drahte vom Zinkende, wo Sauerstoffgas aufsteigen muſs; und genau so ist, wie wir wissen, der Effect.

Was indeſs für diese Hypothese, wie mir scheint, am stärksten spricht, ist, daſs alle Flüssigkeiten, die keinen Sauerstoff enthalten, als: *Alkohol*, *Aether*, *wesentliche Oehle* und *Fett*, (?) *unfähig sind, den galvanischen Strom durch sich hindurch zu leiten*, wie ich durch directe Versuche bewiesen habe, in-

*) Vergl. oben S. 81. *d. H.*

dess die, welche Sauerstoff enthalten, (z. B. alle wässerige Flüssigkeiten, alle Metallauflösungen und Säuren, besonders die concentrirte Schwefelsäure,) ihn, einige stärker, andere schwächer, durch sich hindurch leiten. Die letztere wird von ihm zersetzt, indem der dabei sich entbindende Sauerstoff sich schwerlich einer Wasserzersetzung zuschreiben lässt, da in recht concentrirter Schwefelsäure Wasser in keiner merklichen Menge enthalten ist. — Diese Theorie erklärt auch sehr gut die Oxydirung der Zinkplatten in der Säule, indem sich auch hier der galvanische Strom, beim Uebergange aus den verschiedenen Plattenpaaren, durch die nasse Zwischenlage abwechselnd, als oxydirt und desoxydirt zeigt. Uebrigens muss ich selbst gestehn, dass diese Hypothese mich nicht gänzlich befriedigt; doch ist sie die einzige, aus der ich hierin etwas zu erklären vermag.

2. *Eine Abänderung des neuen galvanischen Apparats Alex. Volta's.*

Eine bequeme und kräftige galvanische Maschine ist jetzt ein wahres Bedürfniss. Die von Volta selbst angegebene Säule wirkt nur im Anfange stark, und verliert ihre Wirksamkeit allzuschnell; überdies ist es lästig, sie alle Augenblicke umzubauen, und die oxydirten Platten zu reinigen, welches, um die volle Wirkung zu erhalten, unumgänglich nöthig ist. Folgende Einrichtung genügte mir bis jetzt unter allen am meisten. Ich liess aus Holz, welches

im Backofen gedörrt war, eine Art von Trog machen, der 26 Zoll lang, 1,7 Zoll tief, und 1,5 Zoll breit war, und in die Längenwände desselben Falzen einschneiden, jede ungefähr 0,1 Zoll tief, und so breit, daſs zwei auf einander gelöthete Platten Zink und Silber, jede von 1,6 Quadratzoll Oberfläche, sich genau hineinschieben lieſsen. Die Falzen hatten eine solche Entfernung von einander, daſs je 3 derselben eine Länge von 1,3 Zoll einnahmen, so daſs die ganze Maschine 60 Plattenpaare faſste. Die zusammengelötheten Zink- und Silberplatten wurden mittelst eines Kitts aus Harz und Wachs völlig wasserdicht an den Trog gekittet, so daſs kein Tröpfchen Wasser aus einer Zelle in die andere oder zwischen die zusammengelötheten Platten dringen konnte; ein Umstand, der von wesentlichem Einflusse auf die Güte der Maschine ist, welche ohnedies nur eine schwache Wirkung hat. Die Zellen oder Zwischenräume zwischen jedem so verkitteten Plattenpaare, gieſse ich voll liquiden salzsauren Ammoniaks, welches die Stelle der nassen Pappe in Volta's Säule vertritt, dem Endzwecke jedoch weit besser als diese entspricht. Es versteht sich, daſs auch hier die Plattenpaare alle einerlei Stellung haben, und in allen die Silberseiten nach derselben Seite zu gerichtet seyn müssen, damit Zink und Silber stets gehörig wechseln. Berührt man die erste und die letzte Zelle, so erhält man einen starken Schlag in den Armen, der sich vom Schlage der Säule etwas unterscheidet, indem er lebhafter, minder

erschütternd, (*quicker, less tremulous,*) und ähnlicher dem gewöhnlichen electrischen Schlage ist.

Ich verfertigte zwei solche Maschinen, die zusammen 100 Plattenpaare enthielten, und mit einander in Verbindung gesetzt, einen sehr heftigen Schlag ertheilten, wobei der Funken selbst bei Tage sichtbar war. Was mich aber sehr überraschte, war *die geringe Kraft, welche diese Maschine in der Zersetzung des Wassers äusserte,* in der sie nicht mehr that, als höchstens eine gewöhnliche Säule aus 30 Plattenpaaren, deren Schlag doch sicher nicht ein Drittel so stark als der dieser Maschine ist. *)

Mein neuer Apparat behält seine Wirksamkeit sehr lange, besonders wenn man die Zink- und Silberplatten zusammenlöthet. Als ich sie bloss zusammengesetzt hatte, drang die Flüssigkeit nach einigen Tagen zwischen die Platten jedes Paars, und hob so die Wirksamkeit auf. Um die oxydirten Zinkplatten zu reinigen, giesse man in die Zellen verdünnte Salzsäure, und lasse sie darin einige Minuten lang stehen. So sehr sich indess auch dieser Apparat hierdurch und durch seine leichte Trag-

*) Dieses scheint eine Hauptschwierigkeit in Absicht der Identität des *Galvanismus* mit der *Electricität* zu heben, indem hieraus, wenn es sich bestätigte, erhellen würde, dass Wirksamkeiten von stärkerer Intensität das Wasser nicht so leicht, als minder intensive zersetzen, und jene sich dafür den gewöhnlichen electrischen Erscheinungen mehr nähern. *d. H.*

barkeit empfiehlt, so macht er doch, wegen seiner mindern Wirksamkeit in der Zersetzung des Wassers, die Voltaische Säule nicht ganz entbehrlich. *)

*) „Der neue Apparat," fügt Cruickshank am Ende dieses Aufsatzes hinzu, „dessen Beschreibung ich vor einiger Zeit mitgetheilt habe, scheint seinem Endzwecke besser zu entsprechen, als ich anfangs glaubte. Ich habe ihn nun *einen ganzen Monat hindurch* gebraucht, und so oft ich die Salzauflösung oder das salzsaure Ammoniak erneuerte, schien er wieder völlig so wirksam zu seyn, als gleich zu Anfang. Ein Zusatz von sehr wenig Salpetersäure oder Salzsäure zur Kochsalzauflösung, verstärkt die Wirksamkeit desselben ausserordentlich." — Cruickshank sagt nicht ausdrücklich, dass er sich bei den folgenden Versuchen seines neuen Apparats bedient habe. Doch schliesse ich dieses theils aus der eben angeführten Stelle, (denn wozu hätte er seinen Apparat sonst einen Monat lang in beständiger Wirksamkeit erhalten?) theils daraus, dass er in dem Folgenden nur von einer galvanischen Maschine, nicht von einer Säule spricht. Glasplatten statt des hölzernen Trogs, zwischen denen die Metallplatten durch einen unauflöslichen Kitt zu befestigen wären, würden wahrscheinlich noch bessere Wirkung thun. Doch möchte eine solche Maschine ziemlich kostbar werden, besonders da der Galvanismus auch die Silberplatten angreift. *d. H.*

3. *Versuche mit ammoniakalischen Metallauflösungen und Zersetzung des Ammoniaks.*

Schon in meiner ersten Reihe von Versuchen hatte ich durch Galvanismus Auflösungen von Metallen in Säuren zersetzt. *) Ich war daher begierig, das Verhalten des Galvanismus gegen die Auflösungen der Metalle in *Alkalien*, besonders in Ammoniak, zu prüfen. Zu dem Ende setzte ich einer verdünnten Auflösung von *salpetersaurem Silber* reines *Ammoniak* zu, bis die Mischung stark nach Ammoniak roch: dann füllte ich sie in eine Glasröhre, die mit Korkstöpfeln verschlossen, und mit Silberdrähten versehn, auf die gewöhnliche Art, in die Kette der galvanischen Maschine gebracht wurde. Sogleich zeigte sich am Drahte vom Silberende des Apparats eine starke Gasentwickelung, dagegen während des ganzen Prozesses fast gar keine am Drahte von der Zinkseite. Nach einiger Zeit sonderten sich von dem ersten Drahte, der das Gas ausstiess, viele graue Flocken, augenscheinlich metallisches Silber, und auf dem Drahte von der Zinkseite setzte sich ein graues Pulver ab; zugleich verminderte sich die Gasentwickelung am Drahte des Silberendes, ob sie gleich immer noch beträchtlich war. Als nach einigen Stunden die Röhre aus dem Apparate genommen wurde, hatte sich eine beträchtliche Menge metallischen Silbers gefällt, und der Draht des Zinkendes war mit einer bläulich-schwarzen

*) *Annalen der Physik*, IV, 364. *d. H.*

Substanz inkrustirt. Als ich diese mit den Fingern abzulösen versuchte, detonnirte ein Theil derselben, obschon sie noch feucht war. Der Draht selbst war sehr stark angefressen und voll kleiner Löcher. Als ich den nächsten Morgen das nun ganz getrocknete Pulver mit einem Federmesser berührte, detonnirte es wieder mit einem sehr beträchtlichen Geräusche. Offenbar hatte sich also am Drahte der Zinkseite B e r t h o l l e t's *Knallsilber* gebildet, und etwas ähnliches hatte ich erwartet.

Beim Wiederhohlen dieses Versuchs wurde statt der salpetersauren Silberauflösung reines Ammoniak in die Glasröhre gethan, und zwar mit gleichem Erfolge; denn das corrodirte Silber des Drahts vom Zinkende wurde sogleich vom Ammoniak aufgenommen, und nachher in metallischer Gestalt vom Drahte des Silberendes niedergeschlagen; auch hing wieder ein wenig des knallenden Stoffs am Drahte des Zinkendes. Die ihn umgebende Flüssigkeit wurde in ein Weinglas abgegossen, und liess, nachdem sie einige Zeit gestanden hatte, ein schwarzes glänzendes Häutchen niederfallen, das, als es trocken war, gleich B e r t h o l l e t's Knallsilber explodirte, und diesem in jeder Rücksicht glich.

In eine andere mit reinem Ammoniak gefüllte Röhre, wurden statt der silbernen, *kupferne Drähte* gebracht. Als der Apparat in Wirkung gesetzt wurde, färbte sich die Flüssigkeit um den Draht der Zinkseite durch das aufgelöste Kupfer schön blau, und der Draht der Silberseite fing an metal-

liſches Kupfer niederzuſchlagen. Der Prozeſs dauerte mehrere Stunden fort, und es wurde eine beträchtliche Quantität ſehr reinen Metalles gefällt. Die blaue Farbe der Flüſſigkeit erſtreckte ſich indeſs nie bis an die Spitze des Drahts vom Silberende, und ſo bald ſie ſich ihm näherte, wurde das aufgelöſte Kupfer von dieſem Drahte in metalliſcher Geſtalt niedergeſchlagen.

Darauf füllte ich die Röhre mit einer *ammoniakaliſchen Kupferauflöſung*, und behielt kupferne Drähte bei. Gar bald wurde die Flüſſigkeit an der Spitze des Drahts vom Silberende bläſſer und Kupfer gefällt. Ungefähr nach einer Stunde war die ganze Flüſſigkeit in dieſem Theile der Röhre ſo farbenlos wie deſtillirtes Waſſer; ſo gänzlich war das Metall aus ihr niedergeſchlagen. Das gefällte Kupfer war das reinſte, das ich je geſehen habe.

Aus dieſen Verſuchen ſcheint zu erhellen, daſs ſich der Galvanismus mit Erfolg zur Analyſe der Mineralien werde anwenden laſſen, beſonders zur Scheidung des Bleies, Kupfers und Silbers aus ihren verſchiedenen Auflöſungen; auch, wie ich aus unmittelbaren Verſuchen ſchlieſse, um kleine Mengen eines Metalls zu entdecken.

Hier noch ein Verſuch, in welchem *das Ammoniak ſelbſt zerſetzt wurde*. Ich goſs reines Ammoniak in eine Flaſche, ſetzte dieſe umgekehrt in eine Schaale mit derſelben Flüſſigkeit, und ſetzte mit der Zinkſeite des Apparats einen Platindraht in Verbindung. Auf dieſe Art ging an beiden Drähten eine

sehr schnelle Gasentbindung, die stärkste jedoch am Drahte des Silberendes vor sich. Nachdem sich so viel Gas gesammelt hatte, als das Volumen von 2 Unzen Wasser einnimmt, wurde es geprüft. Es bestand aus 15 Theilen Wasserstoffgas, 13 Theilen Stickgas und fast 2 Theilen Sauerstoffgas, welches letztere in so geringer Menge vorhanden war, dass es nur durch Salpetergas entdeckt werden konnte, und vielleicht ursprünglich in der Flüssigkeit enthalten seyn mochte. War dieses der Fall, so musste das Ammoniak an dem Drahte der Zinkseite zersetzt werden, wobei der aus der Flüssigkeit entbundne Sauerstoff sich mit dem Wasserstoffe vereinigte, während der Stickstoff des Ammoniaks in Gasgestalt entwich und sich mit dem Wasserstoffgas mischte, das sich zu gleicher Zeit aus dem Drahte des Silberendes entwickelte. *)

4. *Versuche mit concentrirter Schwefelsäure und Salpetersäure.*

Diese Zersetzung der concentrirten Schwefelsäure wurde in der wie ein V gestalteten Glasröhre, (S. 91,) mittelst zweier Platinstreifen, deren Spitzen 1 Zoll weit von einander abstanden, bewirkt. Nach wenigen Sekunden fing am Drahte der Zinkseite eine beträchtliche Menge Gas an sich zu entwickeln, und dieses dauerte den ganzen Prozess

*) Man vergleiche hiermit Henry's Erklärung im Anhange zum folgenden Aufsatze. *d. H.*

hindurch. Auch am Drahte des Silberendes entband sich etwas Gas, doch verlohr die Flüssigkeit in diesem Schenkel der Röhre bald ihre Durchsichtigkeit, wurde milchicht und trübe, und nach einigen Stunden war der Draht hier mit einem gelblichweissen Pulver überzogen, indess die Flüssigkeit immer trübe blieb. In dem andern Schenkel der Röhre nahm dagegen die Durchsichtigkeit der Säure fast noch zu; übrigens bekam sie auch einen besondern Geruch, der etwas dem der sehr verdünnten oxydirten Salzsäure glich. Nachdem ich die Röhre von dem Apparate losgemacht hatte, setzte ich Wasser zu der getrübten Säure, worauf sich Schwefel als ein weissliches Pulver daraus niederschlug. Auch das gelbliche Pulver, das sich an den Platinstreifen angesetzt hatte, war Schwefel. Das entwickelte Gas habe ich nicht genau untersucht, doch war es nicht entzündlich, oder enthielt wenigstens entzündliches Gas nur in einer sehr geringen Menge. *)

Die Wirkungen des Galvanismus auf die *Salpetersäure*, (*nitrous acid*,) welche ich in ihrem concentrirtesten und rauchenden Zustande in die gebo-

*) Henry, der diesen Versuch schon früher mit demselben Erfolge angestellt hatte, fand, dass es zur Hälfte aus Sauerstoffgas, das übrige aus Wasserstoffgas bestand. *Annalen der Physik*, VI, 370. Vielleicht, dass aber seine Schwefelsäure minder concentrirt war. *d. H.*

gene Röhre mit Platinstreifen brachte, entsprachen nicht ganz meiner Erwartung. Von beiden Streifen oder Drähten entwickelte sich sehr wenig, oder fast gar kein Gas; auch war sogar nach einiger Zeit das Aussehn der Säure nicht merklich verändert. Der galvanische Strom ging übrigens vollkommen durch die Säure hindurch, denn die Maschine, die in ihrer vollesten Wirksamkeit war, gab nicht den geringsten Schlag, während sie mit der Röhre in Verbindung stand, und als ich den Platindraht der Zinkseite von der Zinkplatte abnahm, in ein Glas mit Wasser tauchte, und dieses durch einen Kupferdraht mit der Zinkplatte verband, erhob sich vieles Gas vom Platindrahte, und der Kupferdraht wurde wie gewöhnlich angefressen. — Die Salpetersäure wurde darauf mit gleichen Theilen Wasser oder etwas mehr verdünnt, und auch jetzt noch erhob sich von beiden Seiten nur sehr wenig Gas. Aus diesen Thatsachen scheint zu erhellen, daſs die Salpetersäure, (*nitrous acid*,) ein eben so vollkommner Leiter für die galvanische Electricität ist, als die Metalle, *) und von ihr eben so wenig wie diese angegriffen wird. Dies mag wahrscheinlich von dem

*) Dieser Versuch scheint mit der von Henry sehr leicht bewirkten Zersetzung der Salpetersäure, (*Annalen*, VI, 371,) in einem Widerspruche zu stehn, der aus dem kleinen Unterschiede, daſs hier rauchender Salpetergeist angewandt wurde, schwerlich zu heben seyn möchte. *d. H.*

grofsen Antheile Sauerstoff in ihr herrühren, da, wie ich oben bemerkt habe, die leitende Kraft der Flüssigkeiten für den Galvanismus sich nach der Quantität des Sauerstoffs richtet, den sie enthalten.

5. *Dafs am Drahte von der Zinkseite sich eine Säure zu bilden scheine.*

Schon in meinem vorigen Aufsatze äufserte ich die Meinung, dafs sich Salpetersäure oder eine andere Säure am Drahte der Zinkseite erzeuge. Für diese Hypothese hier noch einige neue Thatsachen und Gründe.

1. Giefst man *Lackmus-Tinktur* in die gebogene Röhre mit den Platindrähten, so wird nach einiger Zeit die ganze Tinktur in dem Schenkel der Zinkseite vollkommen geröthet, und an einigen Stellen die Farbe sogar zum Theil zerstört; eine bekannte Wirkung der Salpetersäure auf blaue Pflanzensäfte. Vermischt man dagegen die Lackmus-Tinktur mit einer kleinen Quantität irgend eines reinen Alkali, so nimmt man keine solche Farbenänderung wahr.

2. Alle *Metalle*, welche von der Salpetersäure aufgelöst oder angefressen werden, greift auch der Galvanismus sehr stark und schnell an, afficirt dagegen solche nicht, auf welche die Salpetersäure nicht wirkt. Merkwürdige Beispiele hiervon geben *Silber*, *Quecksilber*, *Gold* und *Platin* ab: die beiden ersten werden von der Salpetersäure und dem Galvanismus angegriffen, das Silber, (das sich auf jedem andern Wege eben so wenig als das Gold oxy-

diren läſst,) völlig ſo ſtark als das Kupfer; die beiden letzten Metalle, wenn ſie vollkommen rein ſind, von beiden nicht im allermindeſten. Dieſe Wirkung auf das Silber läſst ſich unter der Hypotheſe, daſs etwas Salpeterſäure auf der Oberfläche deſſelben erzeugt wird, leicht erklären. Indem dieſe Säure auf das Metall wirkt, macht ſie es zur Vereinigung mit Sauerſtoff geneigt, und da dieſer zugleich entbunden wird, vereinigt er ſich mit dem Silber zu einem unauflöslichen Nitrat mit einem Ueberſchuſſe an Sauerſtoff, wovon ſich eben deshalb nur ſehr wenig in Waſſer auflöſen kann. Jene Hypotheſe ſcheinen mir aber folgende Verſuche ſehr wahrſcheinlich zu machen. — Ich leitete zwei gehörig gebogene Silberdrähte in eine kleine, weithalſige Flaſche, voll reinen, diluirten, liquiden Kali, die in einer Schale mit ähnlicher Kaliauflöſung umgekehrt ſtand, ſo daſs die Drähte etwas über die Mündung der Flaſche hinaufgingen. Mit der Maſchine verbunden, erfolgte ſogleich an beiden Drähten eine lebhafte Gasentwickelung, und in der Flüſſigkeit ſchwammen einige ſchwarze Flocken umher. Das ſich entwickelnde Gas wurde geprüft; es beſtand aus 11 Theilen Sauerſtoffgas und 25 Theilen Waſſerſtoffgas, und 4 Maaſs deſſelben, durch den electriſchen Funken entzündet, lieſsen weniger als $\frac{1}{2}$ Maaſs, oder ungefähr $\frac{1}{9}$ des Ganzen Rückſtand. In dieſem Verſuche konnte alſo das Silber nur ſehr wenig angegriffen ſeyn, da ich faſt eben ſo viel Sauerſtoffgas erhielt, als Gold- oder Platindrähte

würden gegeben haben. — Als ich dagegen diesen Versuch so wiederhohlte, dass ich statt des Kali reines destillirtes Wasser nahm, wurde das Silber stark angegriffen, und es stieg nur sehr wenig Gas an der Zinkseite auf. Doch erhielt ich so viel, um es zu prüfen; es bestand aus 1 Theile Sauerstoffgas und 6 Theilen Wasserstoffgas, und explodirte nicht, wofern nicht mehr Sauerstoffgas hinzugesetzt wurde. Die Ursache dieser Verschiedenheit in den Resultaten wird durch die Hypothese einer an der Zinkseite sich bildenden Säure sehr gut erklärt, die im ersten Versuche sich sogleich mit dem ihr näher, als das Silber, verwandten Kali verband, wodurch das die Oxydation bewirkende Agens fortfiel. — Aehnliche Versuche mit Kupferdrähten gaben gerade dieselben Resultate. In diesem Falle zeigte sich, als die Flasche mit Kali gefüllt war, an dem Drahte der Zinkseite keine grüne Substanz, auch war das Kupfer fast gar nicht angegriffen.

3. Die durch den Einfluss des Galvanismus am Drahte von der Zinkseite sich bildenden, corrodirten Stoffe sind, wenn man reines destillirtes Wasser anwendet, *nicht reine Oxyde*, wie sie es unter Voraussetzung einer blossen Oxydation seyn sollten. Dies beweisen sehr auffallend der bläulich-grüne durch *Kupferdrähte*, und der schmutzig-grüngelbe durch *Quecksilber* erhaltene Stoff. Der letzte gleicht nicht nur genau dem sogenannten salpetersauren Turpeth, wenn er mit Wasser zu sehr gewaschen

worden, sondern schwärzt sich auch augenblicklich, wenn man reines Ammoniak hinzusetzt; ein Beweis, dass er irgend eine Säure enthält, da das Ammoniak keine Wirkung auf das reine Queckfilber-Oxyd, wohl aber eine beträchtliche auf alle unreinen Oxyde dieser Art hat, die es, wie z. B. den mineralischen Turpeth, schwarz färbt. Was den grünen Stoff aus den Kupferdrähten betrifft, so ist es ausgemacht, dass es kein reines Kupfer-Oxyd von dieser Farbe giebt, indem alle grünen Oxyde irgend eine Säure, als Kohlen-, Arsenik-, Essigsäure u. dergl., enthalten, und dass es lediglich *ein* reines Kupfer-Oxyd, nämlich das dunkelrothe oder schwarzbraune, giebt. Da nun jene unreinen Oxyde nicht ohne eine Säure erzeugt werden können und es keine Säure im destillirten oder Kalkwasser giebt: so folgt, dass eine Säure auf irgend eine Art in diesem Prozesse hervorgebracht werden muss, und zwar eine Säure, die auch auf Quecksilber und Silber wirkt; also wahrscheinlich Salpetersäure. Die Quantität der erzeugten Salpetersäure ist übrigens gewiss sehr geringe, was wohl grösstentheils der Schwäche und Unvollkommenheit unsrer Maschinen zuzuschreiben ist: und eben dieser Umstand macht es so schwierig, ihr Daseyn ausser Streit zu setzen.

Wie kann aber die Salpetersäure durch den Galvanismus erzeugt werden? Wäre der Stickstoff wirklich ein zusammengesetzter Stoff, wie man neulich be-

behauptet hat, *) so könnte diese Frage leicht beantwortet werden. Ist dieses aber nicht der Fall, so müssen wir annehmen, dass immer eine kleine Quantität Stickstoff im Wasser enthalten sey, so sehr man es auch ausgekocht und destillirt hat; und dass sich mit diesem Stickstoffe der durch den Galvanismus entstehende Sauerstoff zu Salpetersäure vereinigt. Die Erzeugung des *Ammoniaks* am Drahte des Silberendes läßt sich nach beiden Hypothesen erklären; doch hiervon ein ander Mahl.

*) Vergl. oben S. 81. *d. H.*

VIII.

MERKWÜRDIGE VERSUCHE

mit VOLTA's galvanischer Säule, angestellt

von

HUMPHRY DAVY,
Oberaufseher des pneumat. Instituts. *)

Die von Dr. Beddoes angeschaffte Voltaische Säule, deren ich mich bei folgenden Versuchen bediente, bestand nie aus weniger als aus 110 Paar Metallplatten. **) Wenn ich die obere und untere Platte, da, wo die Conductoren mit ihnen in Verbindung gebracht werden, mit einer Auflösung von grünem Eisenvitriol in Wasser benetzte, so wurde der galvanische Schlag sehr verstärkt. Auch wirkte die Säule mit grösserer Intensität ihrer Kraft, wenn ich die wollenen Scheiben mit liquidem Eisenvitriol anfeuchtete; nur verlohr sie dann ihre Wirksamkeit geschwinder. Vielleicht, dass liquider Zinkvitriol noch vortheilhafter wäre.

*) Zusammengezogen aus zwei wichtigen Aufsätzen Davy's in Nicholson's *Journ. of nat. philos.*, Vol. IV, p. 275 und 326. *d. H.*

**) Nämlich bei den Versuchen mit Metalldrähten unter 1 und 2. Bei denen mit Kohle, als Leiter, unter 3, bediente Davy sich einer schwächern Säule. *d. H.*

1. *Neue Versuche über die Zersetzung des Wassers, und das galvanische Verhalten der thierischen Fiber.*

Versuch 1. Das Erste, worüber ich mich aufzuklären suchte, war der höchst sonderbare, zuerst von Nicholson und Carlisle bemerkte Umstand, *) dass bei der Wasserzersetzung durch Galvanismus, verschiedne von einander entfernte Theile des Wassers, in der galvanischen Kette, der eine das Sauerstoffgas, der andere das Wasserstoffgas herzugeben schienen. Ich suchte mich daher vor allen Dingen zu vergewissern, ob es möglich sey, aus zwei Wassermassen, die sich nicht unmittelbar berührten, aus der einen bloss Sauerstoffgas, aus der andern bloss Wasserstoffgas zu erhalten. Zu dem Ende setzte ich die Enden der Säule durch Silberdrähte mit zwei 5 Zoll von einander abstehenden Gläsern voll Wasser, das lange gekocht und noch warm war, und das Wasser in beiden Gläsern durch meinen Körper in leitende Verbindung, indem ich einen Finger der rechten Hand in das eine, einen Finger der linken Hand in das andere Glas tauchte. Kaum hatte ich den Schlag erhalten, so fing der Draht der Zinkseite an, sich schnell zu verkalken, und weisse Wolken verbreiteten sich von ihm ab durchs Wasser. Zugleich bildete sich rings um den Draht der Silberseite im andern Glase, Gas. Ich unterhielt die leitende Verbindung eine halbe Stunde lang, während

*) *Annalen der Physik*, VI, 350. *d. H.*

welcher der Erfolg unverändert derselbe blieb. Der Draht der Zinkseite gab dabei gar kein Gas; das vom Drahte der Silberseite sich entwickelnde, wurde in einen verkehrt gesetzten Glascylinder aufgefangen, enthielt, wie die Probe mit Salpetergas darthat, gar kein Sauerstoffgas, und verminderte sich, als es mit doppelt so viel atmosphärischer Luft verbrannt wurde, so, dass es fast ganz aus Wasserstoffgas bestehn musste. — Als ich nachher das Wasser in beiden Gläsern durch 3 Personen, die sich anfassten, verband, blieb der Erfolg derselbe, nur dass er langsamer vor sich ging. Dasselbe war der Fall, wurde die Verbindung durch eine Muskelfiber, oder durch eine frische vegetabilische Fiber, oder durch einen angefeuchteten Faden kürzer als 3 Fuss, bewerkstelligt. Aus der Schnelligkeit des Prozesses zu urtheilen, ist ein lebender *thierischer Körper* der beste Leiter hierbei; dann folgt die *Muskelfaser*, die *Pflanzenfaser*, zuletzt der *benetzte Faden.*

Versuch 2. Ich verschaffte mir verschiedene $\frac{1}{3}$ Zoll weite und 4 Zoll lange Glasröhren, die an einem Ende offen waren, und durch deren anderes zugeschmolznes Ende ein Stück Golddraht ging. Zwei dieser Röhren füllte ich mit destillirtem Wasser, und stellte sie mit dem offnen Ende zu unterst in zwei verschiedene Gläser voll destillirten Wassers. Die Golddrähte der Röhren wurden durch Silberdrähte mit den Enden der Voltaischen Säule, und das Wasser beider Gläser durch eine frische Muskelfaser in leitende Verbindung gesetzt. Es erhob sich

ſogleich Gas von beiden Golddrähten; am meiſten und ſchnelleſten aber von dem der Silberſeite, und hier war nach $4\frac{1}{4}$ Stunde der ganze obere Theil der Röhre bis unter die Spitze des Golddrahts mit Gas gefüllt, worauf der Prozeſs aufhörte. In der Röhre der Zinkſeite hatten ſich 33 Maaſs Gas, (jedes dem Volumen eines Grans Quekſilber? oder Waſſer? gleich,) und in der Röhre der Silberſeite faſt 65 Maaſs Gas geſammelt. Das Gas von der Zinkſeite mit 80 Maaſs Salpetergas gemiſcht, (das zu $\frac{1}{22}$ſtel aus Stickſtoff beſteht,) verminderte ſich ſchnell, und grünes ſalzſaures Eiſen verſchluckte den Rückſtand bis auf nicht volle 5 Maaſs. *) Mithin enthielten die 33 Maaſs dieſer Gasart augenſcheinlich mehr als 31 Maaſs *Sauerſtoffgas.* Die 65 Maaſs in der Röhre der Silberſeite verminderten ſich mit Salpetergas kaum ſichtbar, und lieſsen nach der Abſorption des zugeſetzten Salpetergas, beim Abbrennen mit 60 Maaſs Sauerſtoffgas durch den electriſchen Funken, einen Rückſtand von beinahe 36 Maaſs, waren alſo faſt ganz reines *Waſſerſtoffgas.*

*) Die grüne ſalzſaure Eiſenauflöſung verſchluckt das Salpetergas ſehr ſchnell, ohne daſs es bei den gewöhnlichen Temperaturen eine Veränderung leidet, indeſs es keine Wirkung auf die mephitiſchen Gasarten hat, die vom Waſſer nicht abſorbirt werden. Die Auflöſung des grünen ſchwefelſauren Eiſens abſorbirt ebenfalls das Salpetergas, ohne es zu zerſetzen. Man ſehe meine *Reſearches chem. and phil. concerning Nitrous Oxyde*, p. 179. *Davy.*

Verfuch 3. Die kleine Verminderung, welche dieses Wasserstoffgas, bei seiner Vermischung mit Salpetergas litt, und der Rückstand beim Abbrennen mit Sauerstoffgas, lassen sich mit vieler Wahrscheinlichkeit der im destillirten Wasser aufgelösten, während des Prozesses daraus sich entwickelnden atmosphärischen Luft zuschreiben. Um daher, wo möglich, beide Gasarten, in welche sich das Wasser zersetzt, vollkommen rein darzustellen, füllte ich jetzt die beiden Röhren und Gläser mit Wasser, das ich 8 Stunden lang hatte kochen lassen, und das noch fast brühend heiſs war. Sobald die Röhren abgekühlt waren, brachte ich sie mit der Säule in Verbindung. Die Gasentwickelung ging alsbald vor sich, in der Röhre der Silberseite sehr schnell, in der Röhre der Zinkseite aber nur langsam. Dieses Mahl zeigten sich an den Wänden der Glasröhren keine Luftbläschen, wie in dem vorigen Versuche. Nach 5 Stunden befanden sich 56 Maaſs Gas in der Röhre der Silberseite, und 14 Maaſs in der Röhre der Zinkseite. Jene 56 Maaſs verminderten sich nicht mit Salpetergas, und zeigten sich beim Abbrennen als *reines Wasserstoffgas*, und diese 14 Maaſs waren *unvermischtes Sauerstoffgas*. In diesem und in dem vorigen Versuche waren die Golddrähte nicht merklich angegriffen, noch ihre Farbe im mindesten verändert worden. Daſs die Quantität des erhaltnen Sauerstoffgas geringer war, als sie nach dem Verhältnisse, worin Wasserstoff und Sauerstoff im Wasser gemischt sind, hätte seyn

sollen, rührt wohl daher, weil ein Theil desselben vom gekochten Wasser absorbirt wird. Um dieses auszumachen, wiederhohlte ich den Versuch so, dass ich die Röhre der Zinkseite mit gekochtem Wasser füllte, das über Queckfilber mit Sauerstoffgas so lange geschüttelt war, bis es mit diesem Gas gesättigt seyn konnte. In 7 Stunden entband nun der galvanische Prozess in der Röhre der Zinkseite 27 Maass reines Sauerstoffgas, und in der Röhre der Silberseite 57 Maass reines Wasserstoffgas, *also beide sehr nahe in dem Verhältnisse, worin ihre Grundstoffe im Wasser vorhanden sind.*

Versuch 4. So war also in der That dargethan, dass von einander getrennte Wassermassen, die in keiner andern leitenden Verbindung als durch trockne Metalle und thierische Fiber stehn, die eine Wasserstoff, die andere Sauerstoff, in dem Verhältnisse, worin beide das Wasser constituiren, entwickeln können. — Es war nun weiter die Frage, ob Berührung der metallenen Drähte mit den Platten der Voltaischen Säule eine nothwendige Bedingung dieser Wirkung sey. Dieses liess sich dadurch beantworten, dass ich statt der verbindenden Drähte zwei *Muskelfasern* nahm, die von den Enden der Voltaischen Säule in zwei mit Wasser gefüllte Gläser geleitet wurden, zwischen denen ein Silberdraht die leitende Verbindung machte. Kaum war dieser Draht angebracht, so fing das Ende desselben, das nach der Silberseite der Säule zu lief, an, sich zu verkalken, während das andere nach der Zinkseite

zu gerichtete Ende des Silberdrahtes Gas aufstiefs. Und zwar gab das Ende der Silberseite jetzt *Sauerstoffgas*, das Ende der Zinkseite *Wasserstoffgas*, wie sich in dem Apparate mit den Glasröhren zeigte, deren Golddrähte dabei durch Silberdrähte verbunden wurden. In keinem dieser Versuche sah man Gas aus der Muskelfaser aufsteigen, doch wurde der Theil derselben, der mit dem Wasser in Berührung war, weißser, als zuvor.

Der Erfolg blieb derselbe, wenn ich die beiden Golddrähte der Röhren, statt durch einen Draht, durch meinen Körper verband. — Nahm ich einen Silberdraht in die Hand, und tauchte diesen in das eine, den Finger der andern Hand in das andere Glas; so wurde, befand sich der Draht im Wasser nach der Silberseite zu, dieser Draht langsam oxydirt und in keinem Glase Gas entbunden; befand sich dagegen der Draht im Wasser nach der Zinkseite zu, um das Ende desselben, ohne dafs es sich dabei oxydirt hätte, Gas entbunden, in dem Glase nach der Silberseite zu aber keins.

Wenn die Verbindung beider Gläser, sowohl mit der Säule, als auch unter sich, lediglich vermittelst Muskelfasern oder vegetabilischer Fibern gemacht wurde, und man Metalldrähte in das Wasser eines oder beider Gläser stellte, so zeigte sich weder Gas, noch irgend eine andere chemische Wirkung.

2. *Berichtigende Verfuche mit Alkalien und Säuren.*

Die Art, wie ich das Wafferftoffgas und das Sauerftoffgas einzeln aus abgefonderten Waffermaffen gefchieden hatte, führte mich, bei Gelegenheit der *Henryfchen* Verfuche mit Alkalien und Säuren,*) auf den Gedanken, ob nicht auch die Beftandtheile diefer Stoffe, fofern fie durch galvanifche Einwirkung zerfetzbar find, fich mittelft der Drähte follten einzeln entbinden, und auf diefe Art von einander abgefondert darftellen laffen.

Verfuch 5. Zu dem Ende füllte ich zwei von den kleinen, in Verfuch 2 befchriebenen Röhren, zuerft mit einer ftarken Auflöfung von *ätzendem Kali*, und ftürzte fie in Gläfer um, die mit derfelben Flüffigkeit gefüllt, und durch eine Muskelfafer verbunden wurden. Die Golddrähte der Röhren wurden mit den Endplatten der Voltaifchen Säule verbunden. Das Gas entwickelte fich jetzt aus beiden Drähten viel fchneller, als in dem Verfuche mit blofsem Waffer; dabei zeigte fich in den 3 Stunden, welche der Prozefs dauerte, kein Niederfchlag in den Gläfern, und die Golddrähte fchienen auch nicht angegriffen zu feyn. In der Röhre der Zinkfeite waren genau 37 Maafs äufserft reines Sauerftoffgas, das, mit 80 Maafs Salpetergas, (welches zu $\frac{1}{16}$ aus Stickftoff beftand,) vermifcht, fich bis unter 3 Maafs verminderte. Das in der Röhre der Silberfeite entbundene Gas betrug über 72 Maafs.

*) *Annalen der Phyfik*, VI, 369 f. *d. H.*

Es verminderte sich nicht mit Salpetergas, und 40 Maaſs desselben, mit etwas mehr als 20 Maaſs Sauerstoffgas abgebrannt, (das ungefähr 0,6 Maaſs Stickstoff enthielt,) lieſsen ein Luftkügelchen zurück, das kaum sichtbar war.

Da diese Resultate bewiesen, daſs *keine Zersetzung des Kali* vor sich gegangen war, und der Galvanismus durch diesen Stoff nur fähig gemacht wurde, den Sauerstoff und Wasserstoff viel schneller als ohnedies aus dem Wasser zu entbinden; so nahm ich jetzt statt zweier Glasröhren, eine einzige kleine Röhre, die an dem einen Ende verschlossen war, und in den Seiten zwei kleine Löcher hatte, in die ich zwei Golddrähte so einkittete, daſs ihre Spitzen ungefähr $\frac{1}{8}$ Zoll von einander abstanden. Die Röhre wurde mit liquidem Kali gefüllt, und in ein Glas mit derselben Flüſsigkeit umgestürzt. Als die Golddrähte mit den Endplatten der Säule verbunden wurden, erfolgte sogleich eine schnelle Gasentbindung an beiden Drähten, am stärksten am Drahte der Silberseite, doch wurde weder das Gold angegriffen, noch ein Niederschlag erzeugt. Als sich ein Viertel-Kubikzoll Gas gesammelt hatte, entzündete ich es durch den electrischen Funken über Quecksilber. Es gab eine lebhafte Flamme, und lieſs ein Luftkügelchen zurück, das noch nicht $\frac{1}{80}$ der ganzen Gasmenge betrug.

Versuch 6. Ich füllte nun die beiden vorigen mit den Golddrähten versehnen Röhren, mit liquidem *ätzendem Ammoniak*, und verband beide durch

Muskelfaser. In der Röhre der Zinkseite strömte das Gas sehr langsam aus, und der Golddraht wurde sichtlich angegriffen, theils ausgefressen, theils mit einem gelben Niederschlage bedeckt. In der Röhre der Silberseite war eine viel schnellere Gasentbindung, und das Gold veränderte sein Aussehn nicht. In 5 Stunden hatten sich in der Röhre der Zinkseite 5 Maass Gas gesammelt, welche beinahe aus 3 Theilen Sauerstoffgas und 2 Theilen Stickgas bestanden; in der Röhre von der Silberseite waren 31 Maass Wasserstoffgas mit sehr wenig Stickgas vermischt. Ich wiederhohlte diesen Versuch mehrmahls, um zu sehen, ob sich, nach einer langen Galvanisirung des Ammoniaks, das Verhältniss zwischen den Gasarten verändern würde. Allein fast immer standen beide Gasmengen im Verhältnisse von 1 zu 6, nur dass endlich der Antheil an Sauerstoffgas etwas zunahm. Bei jedem Versuche bildete sich auf dem Golddrahte in der Röhre der Zinkseite ein gelber Niederschlag, den Salzsäure langsam auflöste, unter Entweichung von etwas Stickstoffgas.

Goss ich in die Röhre der Silberseite liquides ätzendes Ammoniak, und in die Röhre der Zinkseite Wasser, so blieben die Golddrähte unverändert, und in der erstern Röhre stieg Sauerstoffgas, in der letztern Wasserstoffgas beinahe in dem Verhältnisse an, worin ihre Grundstoffe im Wasser stehn. Verwechselte man dagegen die Röhren, so gab das mit der Silberseite entbundene Wasser Wasserstoffgas,

und das mit der Zinkseite verbundene Ammoniak $\frac{1}{6}$ so viel Sauerstoffgas mit etwas Stickgas vermischt, wobei der Golddraht angefressen wurde.

Versuch 7. Es wurde nun *concentrirte Schwefelsäure* in zwei solchen Röhren, die mit Muskelfaser verbunden waren, galvanisirt. In der Röhre der Zinkseite, wo der Golddraht unangegriffen blieb, sammelten sich, bei einer langen Dauer des Prozesses, 41 Maass reines Sauerstoffgas, in der Röhre der Silberseite nur 15 Maass Gas, die beim Abbrennen mit Sauerstoffgas sich stärker als reines Wasserstoffgas verminderten, und daher wahrscheinlich zum Theil aus Schwefel-Wasserstoffgas bestanden. Wolken von Schwefel füllten diese Röhre, die sich um die Spitze des Drahts herum ununterbrochen gebildet hatten.

Wenn ich eine Auflösung von ätzendem Kali oder auch reines Wasser in die Röhre der Silberseite, und Schwefelsäure in die Röhre der Zinkseite goss, so entband sich in jener reines Wasserstoffgas, in dieser reines Sauerstoffgas. — Wurde Wasser mit der Zinkseite und Schwefelsäure mit der Silberseite verbunden, so waren die Produkte dieselben, als hätte sich reine Schwefelsäure in beiden Röhren befunden.

Sehr *verdünnte Schwefelsäure* gab, wenn ich damit beide Röhren füllte, Sauerstoffgas und Wasserstoffgas abgesondert, und zwar fast in dem zur Wassererzeugung nöthigen Verhältnisse.

Versuch 8. *Reine Salzsäure* in beiden Röhren auf dieselbe Art behandelt, gab kein Gas in der Röhre der Zinkseite, wo der Golddraht sehr stark angefressen wurde, und 30 Maafs reines Wasserstoffgas in der Röhre der Silberseite, wo der Golddraht keine Veränderung litt. — Wurde Wasser mit der Zinkseite und Salzsäure mit der Silberseite verbunden, so blieben beide Golddrähte unangegriffen, und aus dem Wasser sammelten sich 22 Maafs Sauerstoffgas, aus der Salzsäure 41 Maafs Wasserstoffgas. In umgekehrter Lage mit der Säule verbunden, gaben sie dieselbe Erscheinung, als wenn beide Röhren voll Salzsäure gewesen wären.

Versuch 9. Als *concentrirte Salpetersäure* in den Röhren galvanisirt wurde, bildeten sich in der Röhre der Zinkseite 19 Maafs reines Sauerstoffgas, dagegen in der Röhre der Silberseite nicht ganz $\frac{1}{2}$ Maafs Gas, das sich mit Sauerstoffgas nicht verminderte. Der obere Theil der Säure in dieser letztern Röhre färbte sich grün. Verband man Salpetersäure mit der Zinkseite und Wasser mit der Silberseite der Säule, so erzeugten sich Sauerstoffgas und Wasserstoffgas von einander abgesondert. In umgekehrter Lage stiefs das mit der Silberseite verbundene Wasser Sauerstoffgas aus, die Salpetersäure keins, färbte sich aber grün.

In diesen Versuchen mit der *Schwefelsäure* und der *Salpetersäure*, wurden wahrscheinlich die Säuren in den Röhren der Silberseite durch den dort sich entbindenden Wasserstoff zersetzt. In den Versu-

chen mit der *Salzſäure* und dem *Ammoniak* entſtand das Deficit des Sauerſtoffgas in der Röhre der Zinkſeite wahrſcheinlich mit aus der Oxydirung des Goldes. *Keiner dieſer zuſammengeſetzten Stoffe ſcheint hierbei unmittelbar durch die galvaniſche Wirkung zerſetzt worden zu ſeyn.*

Die Verſchiedenheit dieſes Reſultats von denen des Hrn. Henry *) läſst ſich durch die Verſchiedenheit unſrer Verfahrungsart erklären, und ich glaube, daſs dieſer geſchickte Chemiker gewiſs ſeine Schlüſſe in Rückſicht der Zerſetzung des Kali ändern wird, wenn er ſeinen Verſuch damit unter andern Umſtänden nochmahls wiederhohlt. **)

Nach der Schnelligkeit zu urtheilen, mit der ſich die Gasarten entwickelten, iſt *liquides Kali* ein beſſerer Leiter des Galvanismus als *Waſſer;* dieſes ein beſſerer Leiter als *flüſſiges Ammoniak*, und die ſchlechteſten Leiter unter dieſen Stoffen ſind die *drei mineraliſchen Säuren.* Vielleicht, daſs Phosphorſäure und andere Säuren von dem Waſſerſtoffe zerſetzt werden, den die galvaniſche Wirkung entbindet. Bliebe das Verhältniſs zwiſchen dem Sauerſtoffe und Waſſerſtoffe, beim Entbinden derſelben durch verſchiedene Drähte immer daſſelbe, was auch für Stoffe in dem Waſſer, das ſie berührte, aufgelöſt ſeyn mögen; ſo würde der durch Galva-

*) *Annalen der Phyſik*, VI, 369 f. *d. H.*

**) Vergleiche Henry's Widerruf im folgenden Aufſatze. *d. H.*

nismus sich entbindende Wasserstoff ein sehr kräftiges und genaues Hülfsmittel für die chemische Analyse abgeben.

3. *Versuche über die Wirkung der Kohle in Volta's Säule.*

Schon Volta entdeckte bei seinen frühern Versuchen über die sogenannte thierische Electricität, dass *gut gebrannte Kohle* ein Leiter für den Galvanismus ist. Ich finde, dass sie, mit den Enden der Voltaischen Säule in Verbindung gesetzt, gerade so wie die Metalle, Schläge und Funken bewirkt, (besonders lebhaft ist der Funken, wenn die Kohle heiss ist,) und dass vollkommen gute Kohlen, die in der Kette der Voltaischen Säule mit Wasser oder wässerigen Auflösungen in Verbindung gesetzt werden, auf diese eine ähnliche Wirkung als die Metalle, doch unter einigen besondern Erscheinungen äussern.

Versuch 10. Ich verband mit den Enden einer Voltaischen Säule von 60 Lagen, (*pieces?*) zwei Silberdrähte, und befestigte an diese zwei lange und dünne Streifen trockner Kohle, deren Spitzen ich in ein Glas voll *Wasser*, in der Entfernung von ½ Zolle von einander, setzte. Die kleinen, der Kohle anhängenden, Luftbläschen wurden sorgfältig weggewischt, um die galvanische Einwirkung zu sichern. Ungefähr nach 1 Minute fing die Gasentbindung an der Spitze der mit der Silberseite der Säule verbundenen Kohle an, und dauerte den ganzen Prozess

hindurch mit Lebhaftigkeit fort. Dagegen verfloſs ¾ Stunde, ehe die Kohle der Zinkſeite irgend etwas Gas gab, und dieſes blieb dann in ſphäriſchen Blaſen an der Kohle ſitzen, ohne durch das Waſſer in die Höhe zu ſteigen.

Aus der bekannten Wirkung glühender Kohle auf das Waſſer, vermuthete ich, daſs jetzt die Silberſeite des Apparats nicht reines Waſſerſtoffgas, ſondern Kohlenſtoff-Waſſerſtoffgas gegeben, und daſs ſich an der Kohle der Zinkſeite Kohlenſäure, die das Waſſer ſogleich verſchluckt, entbunden habe.

Verſuch 11. Um dieſe Vermuthung zu prüfen, nahm ich zwei kleine, ¼ Zoll dicke und 3 Zoll lange Glasröhren, kittete in ihr eines Ende ein dünnes, hartes Stück polirter Holzkohle, füllte ſie darauf mit deſtillirtem Waſſer, und ſetzte ſie umgekehrt in ein Glas mit *deſtillirtem Waſſer*. Die Kohlen wurden mit den Enden der Voltaiſchen Säule verbunden, und ſo lieſs ich die Kette 14 Stunden lang geſchloſſen. In dieſer Zeit hatte ſich um die Kohle der Silberſeite über 50mahl mehr Gas, als um die Kohle der Zinkſeite angeſammelt. Ich brachte nun die Röhre der *Zinkſeite* mit ihrem Waſſer und Gas in ein Gefäſs mit Kalkwaſſer. Beim Schütteln trübte ſich dieſes, das Gas verminderte ſich aber nicht merkbar. Aus der Verminderung, welche dieſes Gas erlitt, als es mit dem doppelten Volumen Salpetergas vermiſcht wurde, erhellte, daſs es ungefähr ſo viel Sauerſtoffgas, als die atmoſphäriſche Luft enthielt. — Vom Gas der *Silberſeiten* ver-

ſchluckte

schluckte Salpetergas nichts; 12 Maafs mit 8 Maafs Sauerstoffgas in einer Detonations-Röhre gemischt und durch den electrischen Funken entzündet, liefsen nach dem Abbrennen über 3 Maafs Rückstand, wovon Kalkwasser etwas unter Trübung absorbirte. Es blieben nach dieser Absorption aber wenigstens noch $2\frac{1}{4}$ Maafs übrig, die mit Salpetergas rothe Dämpfe bildeten und sich verminderten, offenbar also Sauerstoffgas enthielten.

Versuch 12. Da diese Resultate mich überraschten, so wiederhohlte ich den Versuch mit *Wasser, das lange Zeit über gekocht hatte* und noch heifs war. Die Zinkseite gab nun den ganzen Prozefs über gar kein Gas, und es verging über $\frac{1}{2}$ Stunde, ehe an der Silberseite eine Gasentbindung eintrat. Das hier erzeugte Gas verminderte sich beim Abbrennen mit Sauerstoffgas, wie reines Wasserstoffgas, und der Rückstand trübte Kalkwasser nur wenig.

Dafs sich jetzt kein Gas an der Zinkseite entwickelte, ist daraus erklärbar, dafs das im vorigen Versuche dort sich entbindende Gas, im destillirten Wasser aufgelöste Luft war, die, bei der stärkern Verwandtschaft des Wassers zur Kohlensäure, daraus frei wurde. Wefshalb aber jetzt eine so lange Zeit verstrich, ehe sich an der Silberseite Wasserstoffgas entband, das doch beim galvanischen Prozesse mit Metallen selbst aus gekochtem Wasser gleich nach dem Schliefsen der Kette erscheint, weifs ich mir nicht zu erklären. Nahm ich an der Silberseite

einen Silberdraht ſtatt der Kohle zum Leiter, an der Zinkſeite Kohle, ſo ſtieſs der Draht ſogleich Gas aus; in umgekehrter Lage, wenn Kohle an der Silberſeite und Draht an der Zinkſeite war, erſchien aber in vielen Minuten kein Gas.

Verſuch 13. Ich verband nun einen Streifen Kohle mit der Zinkſeite und einen Silberdraht mit der Silberſeite, und führte beide in ein Glas mit *Kalkwaſſer.* Sogleich ſtieſs der Draht Gasblaſen aus; um die Kohle bildeten ſich nur wenige dem Anſcheine nach mit einer weiſsen Kruſte bedeckte Blaſen, und beim Fortgange des Prozeſſes fielen von der Kohle weiſse Wölkchen herab, die ſich durch die Flüſſigkeit verbreiteten.

Verſuch 14. Beide Enden der Säule wurden mit Streifen Kohle verbunden, und dieſe in eine ſtarke Auflöſung von *ätzendem Kali* geleitet. Keine von beiden gab während 2 Stunden das mindeſte Gas, auch ſah man keine Farbenänderung in der Flüſſigkeit, obgleich die Verbindung vollkommen war. Silberdraht an der Zinkſeite, ſtatt der Kohle genommen, gab Gas, zugleich aber die Kohle an der Silberſeite keins. Daſſelbe war der Erfolg, wurde der Draht mit der Silber-, die Kohle mit der Zinkſeite verbunden; auch dann entwickelte ſich am Drahte viel Gas, keins an der Kohle.

Verſuch 15. Wenn ich zwei mit den Enden der Säule verbundene Streifen Kohle in liquides *Ammoniak* leitete, gab die Kohle der Zinkſeite Gas, die Kohle der Silberſeite keins. Vertauſchte ich aber

letztere mit Silberdraht, so entband auch dieser zugleich Gas, und zwar schneller als die Kohle der Zinkseite. Das Gas der Zinkseite litt durch Salpetergas keine Verminderung; der Draht der Silberseite hatte 20mahl mehr Gas gegeben, und zwar schien es reines Wasserstoffgas zu seyn.

Ich lasse mich hier auf keine theoretischen Vermuthungen über diese Versuche ein, ob ich gleich glaube, dass die beiden letzten zu interessanten Schlüssen führen könnten. So eben bin ich beschäftigt, die Produkte eines langen Galvanisirens von liquidem Kali und Ammoniak in Berührung mit Kohle genauer zu untersuchen; vielleicht, dass ich dabei zu interessanten Resultaten gelange.

Dowry Square, Hotwells, *Sept. 22. 1800.*

IX.

WIDERRUF

WILL. HENRY'S

seiner durch Galvanismus bewirkten Zersetzung des Kali und Ammoniaks. *)

Die Schlüsse, die ich aus meinen Versuchen, (*Annalen der Physik*, VI, 374,) über die Zersetzung des Kali gezogen hatte, war ich im Begriffe zu

*) Aus einem Briefe an Nicholson den 25st. Sept. 1800. *Journal*, Vol. 4, p. 336. *d. H.*

widerrufen, noch ehe Davy's interessante Aufsätze mir bekannt wurden. Nur weil ich die Resultate einiger vor einem Monate begonnener Versuche, in denen ich aber unterbrochen wurde, zugleich bekannt machen wollte, schob ich das Bekenntniss meines Irrthums bis jetzt auf.

Was mir zuerst bewies, dass ich mich in meinen Schlüssen übereilt haben möchte, war, dass der bewusste schwarze Niederschlag, als ich ihn untersuchte, sich als ein *Metall-Oxyd* und nicht als Kohle zeigte, worauf ich geschlossen hatte. Ich galvanisirte daher das *kaustische Kali* außer Berührung mit Quecksilber, und erhielt nun kein solches schwarzes Pulver. Die entbundenen Gasarten waren Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, fast in dem Verhältnisse, worin sie sich aus Wasser entbinden. Unedle, dem Quecksilber beigemischte Metalle,*) hatten sich in meinen vorigen Versuchen dieses sich entbindenden Sauerstoffs bemächtigt, und es verhindert, als Gas zu erscheinen. — Als ich *Ammoniak* außer aller Berührung mit Quecksilber galvanisirte, erhielt ich eben die Gasarten, und in demselben Verhältnisse, als Cruickshank, (in dem Aufsatze dieses Stücks, S. 106,) wobei sich das Sauerstoffgas zu verringern schien, je stärker das flüssige Ammoniak concentrirt war.

*) Vergl. oben S. 109. *d. H.*

X.

BESTANDTHEILE

der noch unzerlegten Alkalien. *)

Am 6ten Floreal las Guyton im National-Institute eine Abhandlung über die Bestandtheile der fixen Alkalien vor, die sich auf Versuche gründet, welche er mit Desormes, Chemiker bei der *Ecole polytechnique*, angestellt hatte. Er folgert aus diesen Versuchen:

1. das *Kali* bestehe aus *Kalkerde* und *Wasserstoff*;
2. das *Natron* aus *Talkerde* und *Wasserstoff*.

Andern Versuchen zu Folge stellt er zugleich die Vermuthung auf:

die *Kalkerde* bestehe aus Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff,

die *Talkerde* aber aus Kalkerde und Stickstoff, so dass sie zwar einerlei Bestandtheile mit der Kalkerde, nur verhältnissmässig mehr Stickstoff enthalte.

*) *Journal de Physique*, t. 51, p. 81.

XI.

WIEDERHOHLUNG

der Voltaischen und der Nicholsonschen Versuche mit der galvanischen Säule in Paris.

Als diese Versuche in Paris aus den englischen öffentlichen Blättern und Journalen bekannt geworden waren, wurden sie, wie das *Bulletin des Sciences, An 8, Fructidor*, p. 144, erzählt, vom Bürger Robertson und einer Commission des National-Instituts wiederhohlt. Sie fanden, dass der lebhafte und stechende Schmerz, den man bei der Berührung beider Enden der Säule mit genässten Fingern empfindet, stärker ist, wenn der, der sie berührt, isolirt ist. Eine Kette von mehrern Personen schwächt den galvanischen Schlag; doch erhalten auch sie ihn stärker, wenn sie sich isoliren. Dieses ist das einzige Eigenthümliche bei diesen Versuchen, so viel sich davon aus dem *Bulletin* schliessen lässt.

XII.

AUSZUG

aus einem Briefe des Hrn. HEINR. MÜLLER *in Brieg an den* HERAUSGEBER.

Brieg den 1st. Nov. 1800.

— — In Breslau werde ich nun bald mit Hülfe des Herrn Münzwardeins Unger eine Voltaische

Säule von 600 Plattenpaaren aufführen. Herr Mechanikus Klinger liefert mir hierzu alle nöthige Instrumente, und Herr Apotheker Paricius, ein sehr geschickter Chemiker, bereitet schon die dazu erforderlichen chemischen Präparate. Die Beobachtung der electrischen Erscheinungen; die Zersetzung des Wassers, der Auflösungen von Alkalien und Erden, und der Säuren; die Untersuchung der dabei entstehenden Gasarten; die Fällung der Metallauflösungen; und Versuche mit Thieren, sollen die Arbeiten seyn, auf die unsre grosse Säule mit ungestempelten Thalerstücken angewendet werden soll. *) Da mehrere dieses Unternehmen planmäfsig mit mir ausführen wollen, so hoffe ich alle Versuche und Beobachtungen aufs genaueste anstellen und vollenden zu können. Wünschen Sie Versuche, die Ihnen wichtig dünken, angestellt zu sehn, so werde ich sie mit dem gröfsten Fleifse auszuführen suchen. Nur bitte ich Sie um Platindraht, den man hier nicht bekommen kann. — —

*) Cruickshank's Bemerkung, S. 101, läfst mich fast fürchten, dafs der Effect einer so gewaltigen galvanischen Maschine den Erwartungen, die ihre Gröfse erregt, bei chemischen Zersetzungen schwerlich entsprechen werde. Desto lehrreicher möchten die Versuche mit ihr für die Vergleichung des Galvanismus mit der Electricität ausfallen. *d. H.*

XIII.

PHYSIKALISCHE PREISFRAGEN

der Utrechter Gesellschaft der Künste und Wissenschaften.

Eine Preisvertheilung für das Jahr 1800 fand nicht statt, weil keine Abhandlung eingelaufen war. — Es wurde beschlossen, für den *Verfasser der besten Abhandlung über einen beliebigen Gegenstand der Naturlehre* eine goldne Medaille, 20 Dukaten an Werth, und für den Verfasser der nächstbesten eine silberne Medaille als Preis auszusetzen. Diese Abhandlungen müssen vor dem 1sten Oktober 1801 eingereicht seyn, und der Ausspruch darüber geschieht in der allgemeinen Versammlung des Jahrs 1802, (den 11ten Juni?)

Ferner wurde die Frage: *Welches Licht verbreiten die neuen Entdeckungen in der Chemie über die Ursachen der verschiedenen Erscheinungen in der Atmosphäre, als: Regen, Hagel, Schnee, Nebel u. dergl., so wie über die Ursachen der Erdbeben und feuerspeienden Berge?*" zum zweiten Mahle aufgegeben. Die Abhandlungen müssen vor dem 1sten Oktober 1801 an Dr. Luchtmans in Utrecht, frankirt, mit lateinischen Lettern, doch nicht mit des Verfassers eigner Hand geschrieben, eingeschickt werden, und können holländisch, deutsch, englisch, französisch oder lateinisch seyn. Der Preis von 30 Dukaten wird in der allgemeinen Versammlung von 1802 vertheilt.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1801, ZWEITES STÜCK.

I.

UNTERSUCHUNGEN
über die wärmende und die erleuchtende Kraft der farbigen Sonnenstrahlen;
Versuch über die nicht-sichtbaren Strahlen der Sonne und deren Brechbarkeit;
und
Einrichtung grosser Teleskope zu Sonnenbeobachtungen,

von
WILLIAM HERSCHEL L. D., F. R. S.,
zu Slough bei Windsor. *)

Zweifel an allgemein angenommenen und zugegebenen Dingen, sind schon manchmahl für die Phy-

*) Ein kurzer Auszug aus zwei umständlichen Aufsätzen Herschel's, der, wie schon längst am Himmel, nun auch, (durch astronomische Beobachtungen veranlasst,) in einem der interessantesten Theile der Physik, mit einer vielversprechenden

fik sehr erspriesslich gewesen, da hier mehrentheils die Mittel, uns über jeden Zweifel Auskunft zu verschaffen, in unsrer Macht stehn, und jeder Versuch, etwas, das man bis dahin auf blossen Glauben annahm, durch Erfahrung zu prüfen, für unsre Kenntniss der Natur von wichtigen Folgen seyn kann. So z. B. ist es so höchst natürlich, zu glauben, dass zu der Hitze im Focus eines Brennglases jeder der dort condensirten Sonnenstrahlen seinen Antheil gleichmäsig beitrage, dass man es für absurd halten würde, wenn jemand behaupten wollte, dass manche dieser Strahlen im Vergleiche mit andern nur auf eine sehr unbedeutende Art zum Verbrennen und Verglasen der Körper, die man in den Focus legt, mitwirken. Es wird daher nicht uninteressant seyn, wenn ich hier angebe, wie ich auf die Vermuthung gekommen bin, *das Vermögen, zu wärmen*, und *das Vermögen, zu erleuchten*, möchten nicht auf einerlei Art unter die farbigen Strahlen der Sonne vertheilt seyn.

Entdeckung auftritt. Beide Aufsätze stehen in dem neuesten Bande der *Philosophical Transact of the Roy. Soc. of London for* 1800, P. 2, p. 255—292, und beschreiben unter andern umständlich die im Briefe von Blagden an Berthollet, (*Annalen der Physik*, V, 450,) angekündigte Entdeckung. Indem ich beide Aufsätze hier in einen verschmolz, konnten alle Wiederhohlungen und Berichtigungen, die sich in den Originalen finden, daraus fortfallen. *d. H.*

Ich wünschte die beste und sicherste Art zu wissen, die Sonne durch grosse Teleskope von ansehnlicher Oeffnung und Vergrösserung zu betrachten. Zu dem Ende stellte ich eine Reihe von Versuchen mit verschieden gefärbten Gläsern an, die ich auf mannigfaltige Art mit einander verband, um daraus die schicklichste Verbindung zu verdunkelnden Sonnengläsern zu nehmen. Was mich nicht wenig überraschte, war, dass ich bei einigen, die nur wenig Licht hindurch liessen, doch eine merkliche Wärme verspürte, dagegen bei andern viel lichthellern fast gar keine Wärme fühlte. Da nun zugleich durch solche Gläser die Sonne in verschiedenen Farben erschien, so musste ich natürlich auf die Vermuthung kommen, dass die farbigen Strahlen, wie sie das Prisma sondert, ein sehr verschiednes Vermögen haben, zu wärmen; und hatten sie das, so mochte vielleicht eine ähnliche Verschiedenheit in ihrem Vermögen, zu erleuchten, obwalten; denn gesetzt, gewisse Farben wären mehr geeignet, zu wärmen, so könnten dafür andere geschickter zum Sehen und zum Erleuchten der Gegenstände seyn. Ueber alles dieses liess sich nur allein durch Versuche urtheilen.

Erste Reihe von Versuchen: über die wärmende Kraft der farbigen Sonnenstrahlen. Es wurde ein Stück Pappe in einen Rahmen so befestigt, dass es sich unter beliebigen Winkeln gegen den Horizont neigen liess, ungefähr wie in den gewöhnlichen Tischspiegeln, und in diese Pappe eine geradlinige

Ritze, etwas breiter als eine Thermometer-Kugel, und in gehöriger Länge eingeschnitten. Diese Ritze stellte ich in einem verdunkelten Zimmer der Achse des Prisma parallel, und drehte dann die Pappenebene so, dass sie den farbigen Strahl, der durch die Ritze fiel, senkrecht durchschnitt. Der Rahmen befand sich auf einer Ebene, auf der zugleich hinter der Pappe 3 sehr empfindliche Thermometer standen, mit geschwärzten Kugeln und mit Skalen, die erst in einiger Entfernung von den Kugeln anfingen, wie man auf Taf. VI, abgebildet sieht. Diese Thermometer liessen sich nach Willkühr einzeln, oder alle drei, in die farbigen Strahlen, die durch die Spalten fielen, oder in den Schatten des undurchschnittenen Theils der Pappe schieben. Würde eins allein in die farbigen Strahlen gesetzt, so stieg darin das Queckfilber, während es in den beiden andern unverrückt stehn blieb; ein sicheres Zeichen, dass die Zunahme an Wärme im ersten lediglich durch den Einfluss der farbigen Sonnenstrahlen bewirkt wurde.

Aus acht Reihen von Versuchen, die in Tabellen mitgetheilt werden, erhellt, dass jedes dieser Thermometer binnen 10 Minuten in den *rothen* Strahlen um $6\frac{7}{8}$°, in den *grünen* Strahlen um $3\frac{1}{4}$°, und in den *violetten* Strahlen um 2° im Mittel stieg. Kleinere Thermometer zeigten zwar dieselbe Wirkung, nur minder beträchtliche Veränderungen im Thermometerstande, welches wahrscheinlich der Erkältung durch den aufsteigenden Luftstrom zu-

zuschreiben ist, da dieser verhältnissmäſsig stärker auf kleinere Thermometer-Kugeln wirken muſs, in welchen, im Vergleiche mit gröſsern, die Masse in stärkerm Verhältnisse als die Oberfläche verringert wird. *) Das mittlere Resultat aus beiden Arten von Thermometern war, daſs die Grade des Ansteigens in den *rothen*, in den *grünen* und in den *violetten* Strahlen, sich zu einander sehr nahe wie $3\frac{1}{2} : 1\frac{1}{2} : 1$ verhielten.

Zweite Reihe von Versuchen: über die erleuchtende Kraft der farbigen Sonnenstrahlen. Diese zu untersuchen, gab es kein schicklicheres Werkzeug als das Mikroskop; und zwar bediente ich mich hierbei der Vorrichtung desselben für dunkle Körper, damit kein störender Durchgang von Lichtstrahlen durch die Theilchen farbiger durchsichtiger Körper möglich bliebe. Unter einer Menge von Gegenständen, die ich von den verschiedenen farbigen Sonnenstrahlen der Reihe nach erleuchten lieſs, und sie dabei mit einer 42mahligen Vergröſserung betrachtete, **) war keiner zu dergleichen Untersuchungen geschickter, als ein eiserner Nagel, bei dessen Dichtigkeit und Schwärze es am leichtesten

*) Die Oberflächen von Kugeln stehn bekanntlich im Verhältnisse der Quadratzahlen, ihr Inhalt im Verhältnisse der Kubikzahlen ihrer Halbmesser. *d. H.*

**) Herschel theilt in seinem Aufsatze ein detaillirtes und umständliches Verzeichniſs aller dieser Versuche mit. *d. H.*

fiel, Irrthum im Vergleichen der Erleuchtung durch die verschiedenen farbigen Strahlen zu vermeiden. Doch wurde ich nicht wenig überraſcht, da auf dem Nagel, ſo weit das Feld des Mikroſkops reichte, ſich eine glänzende Conſtellation vieler tauſend leuchtender Pünktchen zeigte, deren Licht zwar von der Farbe der erleuchtenden Strahlen war, im Glanze aber beträchtlich von einander abwich. Einige der Pünktchen waren dunkel und ſchwach, andere lichtvoll und glänzend, und in den glänzendſten zeigte ſich eine kleine Variation in der Farbe, oder vielmehr in der Intenſität der Farbe, da das Licht in der Mitte lebhafter war, und ſich vom Teint der erleuchtenden Strahlen, mehr nach dem Weiſs hin zu ziehn, dagegen am Umfange dunkler zu ſeyn ſchien.

Die Beobachtungen an dieſen verſchiedenen Gegenſtänden ſtimmten aufs beſte zuſammen, und führten zu dem Schluſſe, daſs die *rothen* Strahlen keinesweges die vorzüglichſte Erleuchtung gewähren, ſondern daſs die *orangefarbenen* Strahlen beſſer als ſie, und noch ſtärker die *gelben* Strahlen erleuchten. Das *Maximum* der Erleuchtung liegt im helleſten *Gelb* oder im bläſſeſten *Grün*. Das *Grün* ſelbſt iſt beinahe ſo hell als das Gelb; hinter dem vollen tiefen Grün nimmt aber die erleuchtende Kraft der farbigen Strahlen ſehr merklich ab. Die *blauen* erleuchten ungefähr ſo ſtark als die rothen; ſehr viel weniger die *indigfarbenen*, und noch weniger die *violetten* Strahlen, die nur ſehr ſchwach ſind.

Zugleich hatte ich in allen diesen Versuchen darauf gesehn, ob etwa einige der farbigen Strahlen größere *Deutlichkeit* als andere gäben. Deutlichkeit schien aber, so ungleich auch die Erleuchtung durch die farbigen Strahlen war, doch nirgends zu fehlen; und wenn schon auf dem Nagel, aus Mangel an Licht, bei den minder erleuchtenden Strahlen, weniger glänzende Punkte sichtlich waren, so sah man doch die wahrnehmbaren stets vollkommen deutlich.

Dritte Reihe von Versuchen: über die nicht-sichtbaren Sonnenstrahlen und deren Brechbarkeit. *) Der Apparat zu diesen Versuchen ist Taf. IV, abgebildet. Man denke sich ein verfinstertes Zimmer, an dessen Fenster, hinter der Oeffnung durch welche die Sonnenstrahlen einfallen, ein Prisma *CD* angebracht ist, und zwar, wie hier in der Zeichnung, mit dem brechenden Winkel nach oben. Ein Tisch wurde so gesetzt, dass er das Farben-Spectrum wie bei *E* auffing, und auf ihn stellte ich ein kleines viereckiges mit weissem Papiere überzognes Tischchen, wie *AB*. Parallel mit der vordern Seite des Vierecks sind auf dasselbe gerade Linien, die erste genau ¼ Zoll von der Seite, die

*) Diese Versuche machen den Gegenstand der zweiten Abhandlung Herschel's aus, die ich mit der ersten Abhandlung in ein Ganzes vereinigt, und dadurch, wenn ich nicht irre, das Interesse beider erhöht habe. *d. H.*

übrigen in Abständen von $\frac{1}{2}$ Zoll gezogen, um als Maasstab zu dienen. Drei andere Linien durchschneiden jene senkrecht; sie stehn 4 und $2\frac{1}{2}$ Zoll von einander ab, und über sie werden die Thermometer 1, 2, 3, (dieselben, die schon zu der ersten Versuchsreihe dienten,) stets so gestellt, dass der Mittelpunkt des Schattens jeder Kugel auf einen der Durchschnitts-Punkte dieser Linien mit den erstern fällt. Die Thermometer selbst ruhen auf den kleinen schiefen Ebenen, die ihnen zum Gestelle dienen, so, dass sie frei über dem Tischchen schweben. Dieses Tischchen wird nun so gerückt, dass vom ganzen Farben-Spectrum kein anderes Licht, als lediglich rothes, in der Breite von $\frac{1}{4}$ Zoll, auf dasselbe fällt, und mithin darauf gerade bis an die erste Querlinie reicht, wie es auch Taf. IV darstellt. Alles übrige farbige Licht, bis auf dieses äusserste verschwindende, geht vor dem Rande des Tischchens vorbei, und kann mithin auf den Versuch weiter keinen Einfluss haben. — Immer nur wurde auf das erste Thermometer der Theil des Farben- oder Wärme-Spectrums gebracht, dessen wärmende Kraft bestimmt werden sollte; indess die beiden andern Thermometer aus der Ebene der Brechung blieben, um an ihnen den Normalstand zu haben. Beim Wiederhohlen der Versuche wurde das erste Thermometer mit einem der beiden andern vertauscht.

Bei diesen Versuchen zeigte sich nun bald, dass das erste Thermometer anstieg, auch wenn das

Farben-Spectrum nicht bis an dasselbe reichte, sondern sich vor demselben, wie z. B. in Taf. IV, endigte. In 3 Versuchen mit demselben Thermometer, stieg dieses, als es von den äussersten rothen Strahlen, auf dem Tischchen, in der Ebene der Brechung, $\frac{1}{2}$ Zoll weit abstand, in 10 Minuten um $6\frac{1}{2}$°; bei 1 Zoll Abstand von der äussersten Gränze des Roths in 10 Minuten *) um $5\frac{1}{4}$°; und bei $1\frac{1}{2}$ Zoll Abstand von jener Gränze in 10 Minuten um $3\frac{1}{2}$°.

Am andern Ende des Farben-Spectrums fand über die äusserste Gränze des Violetts hinaus gar keine Veränderung im Thermometer-Stande, und nicht die mindeste Erwärmung statt. Die Entfernung vom Prisma betrug 52 Zoll.

Hieraus folgt unläugbar, *dass es Sonnenstrahlen giebt, die minder brechbar, als alle sind, welche den Sinn des Sehens afficiren*, und dass diese *nicht-sichtbaren Sonnenstrahlen* zwar mit einer grossen Kraft, zu erwärmen, aber nicht mit dem Vermögen, zu erleuchten, begabt sind. Gerade dieses ist aber der Grund, warum sie unsrer Aufmerksamkeit bisher entgangen, und von allen Physikern unbemerkt geblieben sind.

Schon aus den vorigen Versuchsreihen hatte sich gezeigt, dass die Wärme im Farben-Spectrum sich keinesweges nach der Erleuchtung richtet, und den letztern Versuchen zu Folge ist die Erwär-

*) Wohl nur durch einen Druckfehler steht im Texte 13 Minuten. d. H.

mung selbst nicht auf die Gränzen des Farben-Spectrums beschränkt, sondern geht, mittelst nicht-sichtbarer, aber stark wärmender Sonnenstrahlen, über diese Gränze hinaus. Es entstand daher nun die interessante und wichtige Frage, wo die Stelle sey, in welcher die wärmende Kraft am gröſsten ist. *Dieses Maximum von Wärme findet sich*, sorgfältigen Versuchen zu Folge, *in der Ebene der Brechung auſserhalb der Gränze des Farben-Spectrums, ungefähr ½ Zoll vom äuſsersten Roth;* und in 1 Zoll Abstand von der Gränze des Roths ist die Wärme eben so groſs, als in der Mitte des rothen Lichts. *Die Gränzen des Wärme-Spectrums*, (wie es sich nach Analogie des Farben-Spectrums nennen läſst,) sind das äuſserste Violett, und ein nicht genau zu bestimmender Punkt, der wenigstens 1½ Zoll oder 1½ Grad über die Gränzen des äuſsersten Roths hinaus liegt.

Dürfen wir aus der Gröſse des Effects auf die Menge des Wirkenden schlieſsen; so möchten die *nicht-sichtbaren* Sonnenstrahlen die *sichtbaren* der Zahl nach weit übertreffen.

Folgerungen.

Nennen wir *Licht* die Strahlen, welche die Gegenstände erleuchten, und *strahlende Wärme* die Strahlen, durch welche die Körper erwärmt werden; so läſst sich fragen: *ob Licht und strahlende Wärme wesentlich von einander verschieden sind;* eine Frage, bei deren Beantwortung man die Regel einer gesunden

Phyfik, dafs zur Erklärung von Erfcheinungen nicht zwei verfchiedene Urfachen anzunehmen find, wenn Eine ausreicht, nicht aus den Augen fetzen darf.

So wie ein *Lichtftrahl*, der aus der Sonne zu uns kömmt, mehrere Lichtftrahlen von verfchiedener Brechbarkeit in fich enthält: fo befteht auch jeder *Wärmeftrahl*, der aus der Sonne emanirt, aus vielen Wärmeftrahlen von verfchiedener Brechbarkeit. Denn wäre diefes nicht, würden alle Wärmeftrahlen, die auf das Prisma fallen, auf einerlei Art gebrochen; fo müfste das ganze Wärme-Spectrum in einen Raum, nicht breiter als das Prisma, eingefchränkt feyn, ftatt dafs es fich durch das ganze Farben-Spectrum und noch beträchtlich weiter erftreckt. Durch ein Prisma gebrochen fällt die äufserfte ftrahlende Wärme mit dem violeften Lichte zufammen; hier ift fie am ftärkften gebrochen, und zugleich am wenigften wirkfam. Die gebrochenen Wärmeftrahlen ziehn fich von da durch das ganze Farben-Spectrum hindurch, und ihre wärmende Kraft nimmt immer zu, indefs ihre Brechbarkeit abnimmt. Mit dem äufserften Roth verfchwinden fie aber nicht, fondern fie erftrecken fich in einem *nicht-fichtbaren* Zuftande, noch beträchtlich weit über das Farben-Spectrum hinaus, und anfangs wächft auch hier ihre wärmende Kraft, fo wie ihre Brechbarkeit abnimmt, bis zum *Maximum* der Erwärmung. Ueber diefes hinaus nimmt, bei noch immer abnehmender Brechbarkeit, ihre wärmende Kraft fehr fchnell ab, wahrfcheinlich, weil fie nun

immer weniger dicht werden, worauf das *unsichtbare thermometrische Spectrum* bald ganz verschwindet.

Ist dieses eine richtige Darstellung der Wirkung des Prisma auf die Sonnenwärme, (und dass sie dieses ist, beweisen die erste und dritte Reihe von Versuchen;) so glaube ich, sind wir zu folgender *Hypothese* berechtigt: „Alle Sonnenstrahlen, welche die Brechbarkeit der farbigen Lichtstrahlen haben, wirken auf das Organ des Sehens, vermöge dessen eigenthümlicher Beschaffenheit, und zeigen sich als Licht und Farbe; die übrigen, stärker brechbaren, bleiben in den Häuten und Feuchtigkeiten des Auges zurück, und indem sie auf diese nach der Art, wie auf alle übrige Theile des Körpers wirken, erregen sie in ihnen die Empfindung der Wärme.

Diese Untersuchungen dürften vielleicht noch manche ähnliche, nicht minder interessante veranlassen. Sollte sich so z. B. in den chemischen Eigenschaften des farbigen Lichts vielleicht eine eben solche Verschiedenheit finden, als in ihrem Vermögen, zu erleuchten und zu wärmen? Es lassen sich leicht zweckmäfsige Methoden angeben, wie dieses zu untersuchen wäre, und bei den Eigenschaften des Lichts braucht man kein zu kleinliches Detail zu scheuen, da es das feinste unter allen Wirkungsmitteln im Mechanismus der Natur ist, und eine genauere Bekanntschaft damit uns in den Stand se-

tzen würde, viele noch unbekannte Naturerscheinungen genügender zu erklären. *)

*) Schon besitzen wir einige hierher gehörige Versuche, wie vorläufig in den *Annalen der Physik*, VI, 118, bemerkt wird. Scheele, (*sämmtl. Werke*, Th. I, S. 144,) legte ein mit Hornsilber bestrichenes Stückchen Papier in das Farben-Spectrum des Prisma, und bemerkte, dass es in der *violetten* Farbe weit eher schwarz wurde, als in den andern Farben. Mithin reducirte sich das Silber-Oxyd hier am schnellesten, welches in der That sehr auffallend ist, da das violette Licht an wärmender und an erleuchtender Kraft allem andern so weit nachsteht, und allerdings liesse dieses, wenn es sich bestätigt, noch interessante Erweiterungen der Herschelschen Ansichten vom Lichte erwarten. Die unsichtbaren bloss wärmenden Sonnenstrahlen, die durch ein schwarzes Glas allein durchzugehn scheinen, haben, nach Scheele's Erfahrungen, (Th. I, S. 149,) gar keine chemischen Wirkungen des sichtbaren Lichtes. Streicht man, nach ihm, ein Glas mit dicker schwarzer Farbe an, und stellt es Tage lang in den Sonnenschein, so wird Hornsilber in dem Glase nicht schwarz, reducirt sich darin kein Gold-Oxyd, wird die rauchende Salpetersäure nicht roth, und Braunstein darin nicht aufgelöst, obgleich das Glas sich erhitzt. Alle diese Wirkungen erfolgen eben so wenig in der nichtsichtbaren Ofenwärme. Noch gehören hierher Sennebier's und des Grafen von Rumford Versuche, (*Annalen*, II, 273 *a.*,) obschon dessen Erklärung der chemischen Eigenschaften des Son-

Aus dem Umstande, daſs in den rothen Strahlen unter allen farbigen die gröſste wärmende Kraft liegt, erklärt ſich ſehr gut die ſtarke Hitze, welche ein Feuer, wenn es zum Rothglühen gekommen iſt, ringsumher verbreitet. Eben ſo die groſse Hitze der Holzkohlen, der Coaks und der mit Lehm gemiſchten Kugeln aus Kohlenſtaub, da, wie bekannt, alle dieſe Brennmaterialien mit rothem Lichte brennen. Ferner iſt daraus der geringe Grad von Hitze zu erklären, den die gelben, grünen, blauen und purpurfarbenen Flammen des brennenden, mit Salzen vermiſchten Spiritus haben, durch die man ohne Schaden die Hand hindurch führen kann. Endlich fällt hierdurch auch alles Auffallende in der Zurückwerfung der ſtrahlenden nicht-ſichtbaren Wärme durch Hohlſpiegel weg. *)

nenlichtes ſchwerlich mit dem zuerſt angeführten Scheelſchen Verſuche beſtehn möchte. *d. H.*

*) Auf die groſse Uebereinſtimmung zwiſchen der ſtrahlenden Wärme und den Lichtſtrahlen, ſcheint mit zuerſt Scheele aufmerkſam gemacht zu haben, (*ſämmtliche Werke*, Th. I, §. 55 f.) Da aus Herſchel's dritter Reihe von Verſuchen erhellt, daſs die ſtrahlende Wärme gleich den ſichtbaren Sonnenſtrahlen brechbar iſt, und zwar gerade ſo, wie das farbige Licht, ihren beſtimmten Grad von Brechbarkeit hat; ſo würde es in der That eher wunderbar ſeyn, wenn ſie nicht auch bei der Reflexion den Geſetzen der ſichtbaren Strahlen, das iſt des Lichts, unterworfen wäre. Daher ſcheint mir die Erfahrung, daſs gläſerne Spiegel die nicht-

Einrichtung grosser Teleskope zu Sonnenbeobachtungen.

Die vorigen Versuche, auf die ich gekommen war, indem ich mich bemühte, ein Teleskop von grosser Oeffnung und starker Vergrösserung zu Sonnenbeobachtungen einzurichten, wurden mir nun auch zu dieser Absicht selbst nützlich. Ein zehnfüssiger Neutonscher Reflector von 9 Zoll Oeffnung, den ich, ohne diese zu verringern, zu Sonnenbeobachtungen vorrichten wollte, bewirkte im Focus des Spiegels eine so starke und schnelle Erhitzung, dass die dunkeln keilförmigen Gläser, deren man sich gewöhnlich bei achromatischen Fernröhren bedient, davon zersprangen. Zwei rothe Gläser gaben zwar nicht zu viel Licht, allein das Auge vermochte nicht den Reiz, der aus einer Empfindung von Wärme entsprang, zu vertragen. *) Zwei grü-

sichtbare Wärme nicht zurückwerfen, sondern verschlucken, (Scheele, Th. I, S. 124,) merkwürdiger als die, dass Metallspiegel sie nach den Gesetzen der Katoptrik reflectiren. Dass aber durch gewisse Körper nur die am mindesten brechbaren nicht-sichtbaren Strahlen durchgehn, oder von ihnen zurückgeworfen werden, nicht die sichtbaren Strahlen, ist wohl nicht unbegreiflicher, als warum ein Körper gerade nur die rothen, ein anderer die gelben, ein dritter die violetten Strahlen durchgehn lässt, oder zurückwirft.

d. H.

*) Hierdurch erklärt sich eine Erfahrung sehr genügend, die wahrscheinlich den meisten, welche

ſie Gläſer, deren eins mit Rauch angelaufen war, gaben noch immer eine hellere Erleuchtung als die rothen, und halfen dieſer beſchwerlichen Hitze ab.

Es wurden nun mehrere Verſuche mit verſchiedenen farbigen Gläſern angeſtellt, mit denen man die rothen oder andere prismatiſche Strahlen auffing; auch über die Wirkungen einer Bedeckung mit Rauch oder Pech, und über den Effect gefärbter Flüſſigkeiten, welche letztere jedoch, wenn ſie ſo dicht waren, daſs ſie Licht genug auffingen, zum Gebrauche nicht rein genug blieben. Da indeſs dieſe Verſuche nicht ausreichten, die weſentliche und eigenthümliche Deutlichkeit dieſer Mittel gehörig zu beurtheilen; ſo wurden die verſchiednen verdunkelnden Gläſer und deren Verbindungen, im Okular-Anſatze des Teleſkopes ſelbſt verſucht. Bei dieſen

Sonnenbeobachtungen mit verſchiednen Teleſkopen gemacht haben, nicht entgangen iſt. Von zwei achromatiſchen $2\frac{1}{4}$füſsigen Fernröhren, durch die, auf der hieſigen Sternwarte, Merkur bei ſeinem letzten Vorübergange vor der Sonnenſcheibe betrachtet werden ſollte, gab das eine ein rothes, das andere ein gelbes Sonnenbild. Kaum vermochte man den Anblick des erſten ein paar Minuten zu ertragen, ohne für den Augenblick zu erblinden, und doch ſah man die Sonnenſcheibe lange nicht ſo hell, als in dem andern Fernrohre, wo das Auge ohne Anſtrengung dreimahl länger das Sonnenbild beſchauen konnte. Daher entging auch der Eintritt dem Beobachter am erſten Fernrohre. *d. H.*

sen teleskopischen Versuchen *) zeigten sich einige der Gläser wegen zu großer Hitze, andere wegen Mangel an Licht und an Deutlichkeit nicht brauchbar. Nahe beim Focus des Spiegels eingesetzt, zersprangen sie, da die Wärme, die sie auffingen, sie hier zu ungleichförmig erhitzte; dasselbe war der Fall mit dunkeln Gläsern, die nahe vor dem kleinern Planspiegel des Teleskops angebracht wurden, obschon der Strahlenkegel hier noch einen ziemlich beträchtlichen Querschnitt hatte. Es blieb daher nichts übrig, als die verdunkelnden Gläser hinter den Okulargläsern anzubringen; und folgendes sind die beiden besten Anordnungen, die sich auffinden ließen. **)

Ich stellte ein tief dunkelgrünes Glas hinter mein zweites Okularglas, um es gegen zu große Erhitzung durch beide Linsen zu schützen, die in meinen doppelten Okulareinsätzen sehr nahe neben einander stehn und einerlei Brennweite haben. Da die Strahlen hier schon aus einander fahren und nicht mehr so stark als im Focus verdichtet sind, so fängt das gefärbte Glas sie mit einer beträchtlichen Fläche auf, und hält mehr Licht und Wärme zurück, im Verhältnisse des Quadrats der Durchmesser der jetzt

*) Sie sowohl, als die vorigen, werden in Herschel's erstem Aufsatze im Detail umständlich mitgetheilt. *d. H.*

**) No. 25 und 26 unter den letzten Herschelschen Versuchen. *d. H.*

wirksamen Kreisfläche, und der, in welche der Strahlenkegel auffallen würde, wenn das Glas im Focus des Spiegels stünde. Aus demselben Grunde stellte ich das zweite dunkelgrüne, mit Rauch überlaufene Glas dicht an das erste, die mit Rauch überlaufene Seite nach dem Auge gekehrt, damit der Rauch möglichst gegen die Einwirkung der Hitze geschützt würde; eine Einrichtung, die überdies den Vortheil hat, dass der Spiegel und die Okularlinsen nicht durch Einmischung fremdartigen färbender Mittel und des Rauchs in der Vollkommenheit ihrer Wirkung gehindert werden.

Es wurde darauf auch ein dunkelblaues Glas, in derselben Lage, wie zuvor das grüne, und dahinter ein bläulich grünes mit Rauch überlaufenes versucht. Die Sonne zeigte sich dadurch noch weisslicher als durch die vorigen Gläser, ohne beschwerliche Hitze; nur ein wenig Wärme war zu fühlen.

Mit diesen beiden Arten verdunkelnder Gläser, durch die sich die Sonne aufs beste und ohne Anstrengung des Auges betrachten liess, habe ich eine lange Reihe höchst interessanter Sonnenbeobachtungen, die ich nächstens bekannt zu machen denke, angestellt, ohne dass die farbigen Gläser dabei gelitten hätten. Stand indess die Sonne beträchtlich hoch, so fand ich es für zuträglich, die Oeffnung des zehnfüssigen Reflectors ein wenig zu verkleinern, oder lieber die Sonne etwas früher Morgens, oder etwas später gegen Abend, in einem niedrigern Stande, wobei man mehr Deutlichkeit erhält,

zu beobachten. Die Atmosphäre, welche in diesen niedrigern Sonnenständen weniger Licht hindurch läſst, fängt die Sonnenstrahlen weit gleichförmiger auf, und vermindert den Sonnenschein regelmäſsiger, als es durch ein stärkeres Anlaufen der farbigen Gläser mit Rauch, zu bewerkstelligen ist. Da nur höchst wenige Fernröhre mächtiger als mein 10füſsiger Reflector sind; so werden meine hier beschriebenen Vorrichtungen sich fast auf alle anwenden lassen, und ich hoffe sie allgemein zu Sonnenbeobachtungen im Gange zu sehn.

Hier noch die *beste Art, Gläser mit Rauch gleichförmig anlaufen zu lassen.* Man fasse das Glas mit den Rändern zwischen eine Feuerzange, und halte es über ein Licht, so hoch, daſs sich kein Rauch daran setzt. Ist es hier gehörig durchhitzt, doch nicht stärker, als daſs sich der Rand noch eben mit dem Finger berühren läſst, so bringe man es an die Seite der Flamme herab, so tief als es der Docht erlaubt, den man nicht berühren muſs. Dann führe man es in der Flamme schnell hin und her, von Seite zu Seite, indem man es zugleich stets vor und zurück bewegt. Auf diese Art läſst sich das Glas mit Rauch bis auf jeden beliebigen Grad von Dunkelheit beziehn. Von Zeit zu Zeit muſs man nachsehen, ob es auch schon dunkel genug ist, und ob es nicht vielleicht ungleichförmig anläuft, in welchem Falle es nicht rathsam ist, weiter fortzufahren.

Rauch von Siegellack taugt hierzu nicht; noch weniger Rauch von Pech. Wachslicht giebt einen ganz guten Rauch, doch ist der Rauch eines Talglichts vorzuziehn. Rauch von Wallrathöhl gehört zu dem allerbesten, den ich bisher probirt habe. Eine Lampe gewährt überdies den Vortheil einer gleichförmigern Flamme, die sich beliebig vergrössern läſst.

II.

BEOBACHTUNGEN

über die Voltaische Säule und deren Wirkungen, besonders über ihre Funken,

vom

HERAUSGEBER.

1.

Die Art, wie die Voltaische Säule aufgestellt wird, hat auf ihre Wirksamkeit einen grossen Einfluss. Sie Lage für Lage über einander zu thürmen, und ohne Halt frei stehn zu lassen, ist, selbst wenn die Scheiben alle vollkommen eben sind, nicht thunlich, da die geringste Schütterung beim Auftreten im Zimmer sie umstürzen würde. Bei geprägten Münzsorten, welche die Zinkscheiben nur in einigen Punkten berühren, schief liegen und leicht abgleiten, ist es noch schwieriger, einer Säule, die aus dreissig und mehrern Lagen besteht, den gehörigen Halt zu geben. Ich muss mich daher wundern, wie Volta, Nicholson und Cruickshank bei aller Umständlichkeit, mit der sie von der galvanischen Säule sprechen, doch anzugeben vergessen, durch welches Kunstmittel sie ihrer Säule Halt und Festigkeit gegeben haben; ein Umstand, den der einzige Haldane in dem folgenden Aufsatze berührt, des-

ſen Methode aber gerade die iſt, die am wenigſten Nachahmung verdient.

Herr Dr. Horkel, der ſeinen Voltaiſchen Apparat noch eher in Stand geſetzt hatte als ich, bediente ſich dazu dreier dünner hölzerner Stäbe, die ſenkrecht in ein Brett ſo befeſtigt waren, daſs die Metallſcheiben, die zwiſchen ſie gelegt wurden, ſich an alle drei Stäbe lehnten. So errichteten wir im vorigen Oktober in Gemeinſchaft eine Säule aus Zinkſcheiben von der Gröſse ganzer Laubthaler, aus Laubthalern und aus Pappſcheiben, die in Salzwaſſer getränkt waren. Die Säule enthielt etwa 150 Lagen, that aber lange die Wirkung nicht, die wir davon erwartet hatten. Die Schläge waren nur ſehr mäſsig, und die Waſſerzerſetzung ging ziemlich langſam vor ſich. Wahrſcheinlich mochte daran der Umſtand mit Schuld ſeyn, daſs in ein paar Lagen Silber und Zink verwechſelt, und daſs die Pappſcheiben allzuſtark genäſst waren. Vorzüglich lag aber doch die Schuld an den hölzernen Stäben, die durchweg feucht wurden, und dadurch als Leiter dienten.

Dieſes hatte ich beſonders Gelegenheit in einem zweiten Verſuche, den ich in demſelben Geſtelle mit Säulen aus 40 und 80 Lagen, mit aller Muſse anſtellte, wahrzunehmen. Zum Näſſen der Pappſcheiben nahm ich jetzt, nach Cruickſhank's Anweiſung, Salmiak, in Waſſer aufgelöſt, der ſich offenbar weit wirkſamer als Kochſalz zeigte, und zwar wurden die Scheiben dieſes Mahl nicht allzu-

stark genäſst, um das Herausfließen zu verhindern. Schon bei 20 Lagen empfand man, wenn man die Enden der Säule berührte, etwas Stechen in den Fingern; bei 40 Lagen waren die Zuckungen fast durch den ganzen Finger, und bei 80 Lagen bis in die Hand hinein zu fühlen. Berührte man mit dem naſſen Finger der einen Hand das obere Ende der Säule, und mit einem genäſsten Finger der andern Hand das Bodenbrett des Geſtelles, auf welchem die untere Scheibe der Säule auflag, 1 Zoll weit von der Säule, ſo empfand man einen Stich, ungeachtet das Holz anſcheinend trocken war; und berührte man mit dieſem Finger Metallſcheiben, die auf der Bodenplatte 6 bis 10 Zoll weit von der Säule ablagen, ſo erhielt man einen Stich und einen kleinen Schlag: ein Beweis, daſs das Holz unter dieſen Umſtänden ein guter Leiter für den Galvanismus iſt, und daſs die Säule durch das Geſtell ihre beſte Wirkſamkeit verlieren muſs. Auch waren die Schläge gleich zu Anfang ziemlich heftig; wurden aber, als die Säule etwas geſtanden hatte, ſehr unbedeutend. Freilich waren auch die Pappſcheiben, die trocken die Gröſse der Metallſcheiben hatten, genäſst, über ſie herausgequollen, und lagen unmittelbar an die Holzſcheiben an, wodurch dieſe und das Brett darunter naſs werden muſsten.

Dieſer offenbar ſchädliche Einfluſs der Stäbe, welche die Säule berührten, veranlaſsten einen meiner Freunde, (Herrn Schimming aus Danzig,)

der diese Versuche mit mir in Gemeinschaft anstellte, und dessen ausgezeichnetes Talent für Mechanik sich mir schon häufig bewährt hatte, zu versuchen, ob sich nicht eine Säule in einer hölzernen Schraubenzwinge, dergleichen sich die Tischler und andere Holzarbeiter bedienen, ganz frei aufrichten liefse. Wir schroben daher eine solche Schraubenzwinge gröfserer Art, mit ihrem obern Arme, mittelst einer kleinern, an einen Tisch fest, so dafs sie senkrecht auf ihm stand, legten ein Paar dünne Glasplatten auf das Holz, so dafs sich ein Draht zwischen beide hineinschieben liefs, und baueten die Säule über diesen Glasplatten auf; zuerst eine aus 30, dann eine aus 45 Lagen. Auf die obere Scheibe wurde wieder ein kleines Glasstück gelegt, das aber nur den innern Theil derselben bedeckte, und darauf die Schraube mit einiger Gewalt aufgeprefst. Waren die Scheiben nur mit Sorgfalt gelegt, so vermochte dieser Druck einer Säule von 45 Lagen, des ziemlich erhabenen Gepräges mancher Laubthaler und der preufsischen Thaler ungeachtet, Halt genug zu geben, dafs man sie mit Sicherheit berühren, und alle Versuche mit ihr anstellen konnte, ohne den Umsturz zu befürchten. Viel mehr Lagen hätten aber nicht hinzukommen dürfen. *) Zugleich hat-

*) Ein noch zweckmäfsigeres Gestell zur Voltaischen Säule für 100 und mehrere Plattenpaare, wie wir es seitdem ausgedacht, und in verschiedenen Gröfsen haben ausführen lassen, findet man im Anhange zu diesem Aufsatze beschrieben.

ten wir die Vorsicht gebraucht, die Pappscheiben kleiner als die Metallscheiben zu machen, so dass sie, genässt, nicht bis an den Rand derselben aufquollen, weil sonst der Rand der Metallscheiben unvermeidlich feucht wird und dadurch die Wirkung der Säule schwächt.

Der Erfolg bewährte das Vorzügliche dieser Einrichtung auf eine sehr auffallende Art. Nicht nur gab eine Säule von 45 Lagen Schläge, die bis in die Handwurzel hinaufreichten, und viel empfindlicher als von einer der vorigen Säulen waren, und die chemischen Zersetzungen gingen hier mit der grössten Schnelligkeit und Stärke vor sich; sondern ich hatte auch das Vergnügen, an dieser Säule die Entdeckung zu machen, dass sich ihr viele Stunden lang das schönste Funkenspiel von einer ganz eigenthümlichen Art entlocken liess, das selbst am hellen Tage und beim Scheine dicht daneben stehender Lichter, aufs beste sichtbar blieb, und das so noch niemand bemerkt zu haben scheint.

2.

Zwar erwähnt schon Nicholson „electrischer *Funken*, die an einer Säule aus 100 Lagen, beim Entladen im Finstern häufig sichtbar wurden, und den Umstehenden von einem Knistern, manchmahl auch von einem Lichtscheine um die Mitte der Säule begleitet zu seyn schienen," (*Annalen der Physik*, VI, 358;) und Cruickshank erhielt aus seinen Säulen von 40 bis 100 Lagen, wenn bei voller

Wirkung beide Enden derselben durch einen Leiter verbunden wurden, knisternde in vollem Tageslichte sichtbare Funken, (*Annalen*, VI, 360:) allein entweder fand an ihren Säulen kein so vollkommnes und unerschöpfliches Funkenspiel statt, oder ihre Aufmerksamkeit war allzusehr auf andere Gegenstände gerichtet, da sie von den auffallenden Umständen dabei so gar nichts erwähnen. Auch sagt Herr Ritter ausdrücklich: *) „Einen *Fun-*

*) In Voigt's *neuem Magazine*, B. 2, S. 367. Als ich gegenwärtigen Aufsatz schrieb, war mir Herrn Ritter's interessante Beschreibung seiner Versuche mit Volta's Säule, (die der Leser im nächsten Stücke der *Annalen* von ihm selbst umgearbeitet und vervollständigt erhalten wird,) noch nicht bekannt; noch weniger, als ich meine Versuche anstellte: sonst würde ich auf sie besonders Rücksicht genommen haben. Warum ich den Namen: *Volta's Säule*, nicht mit dem: *galvanische Batterie*, dabei vertausche, davon ist der Grund, weil, wenn man die galvanische Wirkung zweier Metallplatten oder Stäbe mit der einfachen Electricität vergleicht, Volta's Säule mehr Analogie mit der *Leidner Flasche*, und erst eine Verbindung vieler Voltaischer Säulen, mit der *electrischen Batterie* hat, daher ich den Namen einer *galvanischen Batterie* lieber dieser batterieähnlichen Verbindung vieler Voltaischen Säulen vorbehalten möchte. Freilich dürfte man den Namen: *Volta's Säule*, auf den *Cruickshankschen Apparat*, (*Annalen*, VII, 99,) schwerlich übertragen; und nur in so fern es für diesen und für ähnliche Abänderungen der Voltaischen Säule an einer

ken, wie ihn die englischen Physiker bei der Schliessung der Batteriekette gesehn zu haben behaupten, habe ich auch bei der grössten Aufmerksamkeit und unter den dazu günstigsten Umständen *nicht erhalten können.*" *) — Es wird daher nicht überflüssig seyn, wenn ich meine Beobachtungen über die Funken der Säule hier umständlich mittheile.

Die erste Säule, an der ich die Funken wahrnahm, bestand aus 30 Lagen. Das untere Ende war Silber, das obere Zink, und salzsaures Ammoniak diente zum Nässen der Pappscheiben. Als die Säule schon über eine halbe Stunde lang gestanden hatte, wurde eine Röhre mit einer Auflösung von schwefelsaurem Eisen in Wasser mittelst zweier sehr dünner Messingdrähte in die Kette der Säule gebracht. Kaum war die Kette geschlossen, so ging die Wasserzersetzung mit einem lebhaften Knistern zwischen den Platten der Säule vor sich, (wo erst bei Schliessung der Kette durch Metalldraht die Salzsäure die Metallscheiben recht kräftig anzugrei-

passenden allgemeinen Benennung fehlen sollte, würde ich gegen den Namen: *galvanische Batterie*, hierfür, nichts weiter einzuwenden haben.

*) Hrn. Ritter's Säule bestand aus 60 Lagen, die sich an 4 Glassäulen lehnten. Die Glassäulen standen oben und unten in Hauben von Blech, und die nassen Pappscheiben scheinen sie berührt zu haben; sie konnten daher schwerlich viel bessere Dienste als Holzstäbe thun, da bekanntlich die Feuchtigkeit sich sehr leicht an Glas ansetzt.

fen scheint.) Als hierbei den Messingdraht von der obern Zinkscheibe fortgehoben, und dann wieder mit ihr in Berührung gebracht, und längs des Randes derselben hin bewegt wurde, während der untere Draht mit dem Silberende der Säule in steter Berührung blieb, zeigten sich sehr kleine weisse, gelbe, blaue, grüne und rothe Fünkchen, gleich kleinen Flammen, einige Minuten lang. Als die Wasserzersetzung eine Zeit lang fortgegangen war, kamen diese Funken bei Wiederhohlungen des Versuchs nicht sogleich wieder zum Vorschein; und da bei den Bemühungen, sie wieder zu erhalten, die Säule umstürzte und wieder aufgebauet wurde, waren auch an dieser erneuerten Säule die Fünkchen, unter denselben Umständen, nur ein einziges Mahl und nicht wiederhohlt zu erhalten.

Desto schöner zeigten sie sich an einer Säule aus 45 Lagen, die ich den nächsten Tag, auf dieselbe Art wie die vorigen, mit aller Sorgfalt und Vorsicht aufbauete. Während der ersten Versuche mit ihr über die galvanischen Empfindungen zeigte ein Eisendraht, als er mit beiden Enden der Säule in Verbindung gesetzt wurde, einige wenige schwache Funken, nachher Stunden lang keine. Eine Flasche, deren innerer Draht mit dem Zinkende, das äussere Belege mit dem Silberende der Säule verbunden wurde, gab beim Entladen anfangs wiederhohlt einige kleine Funken, bald keine weiter. Gerade so anfangs der an das Zinkende der Säule anliegende Draht einer Röhre voll Bittersalz-Auflösung,

die in die galvanische Kette der Säule gebracht wurde. Er gab beim Schliessen der Kette zuerst einige kleine, helle, blaue und grüne Funken, die aber auch sehr bald nicht weiter zu erhalten waren. Kaum war diese Kette geschlossen, so ging die Zersetzung der Bittersalz-Auflösung mit gröster Schnelligkeit unter einem heftigen Knistern der Säule vor sich, wobei sich um die Säule ein starker Ammoniak-Geruch verbreitete. Noch wurde concentrirte Schwefelsäure in die Kette gebracht, und als die Säule $1\frac{1}{2}$ Stunden lang aufs beste gewirkt hatte, die Kette aufgehoben. Kaum konnte man nun aus der Säule eine merkbare galvanische Empfindung, noch weniger Funken erhalten; als sie aber etwa $\frac{1}{4}$ Stunde lang unwirksam gestanden hatte, war die Periode des schönsten Funkenspiels eingetreten.

So oft nun das Silberende der Säule mit dem Zinkende durch einen, oder durch mehrere nicht allzudicke Drähte in leitende Verbindung gesetzt wurde, erfolgte bei jeder wiederhohlten Berührung des Drahts und der obern Zinkplatte ein lebhafter Funken, der, ungeachtet eines dicht daneben stehenden Lichtes, doch sehr sichtbar war, und im Dunkeln ein vorzüglich angenehmes Schauspiel gab. Diese Funken-Periode dauerte fast ungeschwächt zwei Stunden lang fort, und noch nach 12 Stunden, als die Pappscheiben ganz ausgetrocknet waren, liessen sich der Säule ein paar einzelne Funken entlocken. Folgendes sind die hauptsächlichsten Bemer-

kungen, die ich während jener zwei Stunden zu machen Gelegenheit hatte.

Die Funken haben ein ganz anderes Ausfehn als die electrifchen. Es find keine fchlagende und überfpringende, fondern ringsumher fprühende Funken. Sie haben nichts weniger als das Anfehn einer leuchtenden Materie, die aus der obern Platte ausführe und die Luft durchbräche, um längs des verbindenden Drahtes nach dem andern Ende der Säule hin zu ftrömen und dort fich wieder in Gleichgewicht zu fetzen. Vielmehr fcheinen fie fich vom verbindenden Drahte ab zu bewegen, und von der Stelle, wo Draht und Platte fich beim Schliefsen der Kette berühren, ringsumher, kreisförmig zu fprühen, fo dafs die, welche die meifte Intenfität haben, einer leuchtenden Rofe, oder einer Sonne, oder einem kleinen Feuerrade gleichen, welches bis auf $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeffer hält; andere auffahrenden Feuerbüfcheln. Ihre Farbe ift dunkelgelb, und die ganze Erfcheinung weit mehr dem Funken, welchen der Feuerftein dem Stahle entlockt, oder einem fprühenden Feuerrade bei Feuerwerken, als dem electrifchen Funken ähnlich. Auch erfolgte fehr häufig, wenn die Kette blofs mit einer langfamen Bewegung gefchloffen, und der Rand der obern Platte nur fanft mit dem Drahte berührt wurde, kein Funken; dann war es nur nöthig, an derfelben Stelle mit dem Drahte, (befonders von der Seite her,) etwas ftark gegen zu fchlagen, um fogleich einen lebhaften Funken zu erhalten. Diefe Erfchei-

nung war so beständig, dass mein Freund und ich schon die Regel festsetzten, die Funken müssten der galvanischen Säule stets durch Reibung oder Druck entlockt werden; doch bedarf eine solche Behauptung erst oft wiederhohlter Versuche. Indess schien in keinem Falle eine Wirkung in die Ferne, oder eine gewisse Schlagweite, bei diesen Funken statt zu finden, sondern Berührung, (vermuthlich mit Reibung oder Druck verbunden,) die Bedingung zu seyn, unter der sie allein sich zeigten. Häufig kam es uns vor, als wären die lebhaftesten rosenähnlichen Funken mit einem äusserst schwachen schmetternden Tone verbunden; doch liess es sich nicht mit Sicherheit ausmachen, ob dies ein vom Zusammenschlagen des Drahts und der Platte verschiedner Ton sey. Einen Lichtschein um die Mitte der Säule beim Schliessen der Kette, den Nicholson bemerkt haben will, *Annalen*, VI, 358, konnten wir nie wahrnehmen. Eben so wenig einen Funken beim Oeffnen der Kette, indess doch die galvanischen Empfindungen auch in diesem Falle eintreten.

Wurde der Draht, der an das Silberende anlag, mit einer Silberplatte der Säule in Verbindung gesetzt, so erhielt man keinen Funken. Unter 50 Versuchen schien nur ein einziges Mahl hierbei ein schwaches Leuchten aus einer Silberplatte hervorzugehn, und doch konnte auch dieses von der benachbarten Zinkplatte herrühren. Dagegen gab jener Draht, wenn er mit einer der obern Zinkplatten der Säule

durch einen andern nicht allzudicken Draht in Verbindung gesetzt wurde, die schönsten Funkenbüschel und Funkensonnen, und es liessen sich auf diese Art aus allen Zinkscheiben, bis über die Hälfte der Säule hinunter Funken entlocken, nur dass sie bei den tiefern Platten immer kleiner und schwächer wurden. In einer Säule, die ich späterhin in umgekehrter Lage gebauet hatte, gab indess die obere Silberplatte, wenn mit ihr der Draht, der an die unterste Zinkplatte anlag, in Berührung gesetzt wurde, eben so schöne und grosse Funken, als in der vorigen Säule die Zinkplatten.

Sonderbar war der Umstand, dass, wenn der etwa $\frac{1}{3}$ Linie dicke Messing- oder Eisendraht, der in der ersten Säule an die untere Silberplatte anlag, mittelst einer etwa 1 Linie dicken Zinn-, Wismuth- oder Messing- oder einer $1\frac{1}{2}$ Linien dicken Stahlstange mit der obersten Zinkplatte in leitende Verbindung gebracht wurde, diese schlechterdings keinen Funken, nur einmahl einen schwachen Schein von sich gab; statt dass in umgekehrter Ordnung, wenn diese dickern Stangen die unterste Platte berührten, und der dünnere Eisen- oder Messingdraht mit ihnen und der obersten Platte in Berührung gesetzt wurden, die Funkenbüschel und Funkensonnen wie zuvor erschienen. Wurde eine Glasröhre mit in die verbindende Kette gebracht, so erfolgte kein Funken. Sehr dünne Drähte, z. B. Klaviersaiten und gleich dünner Platindraht, gaben keine Funkenbüschel, sondern nur sehr kleine schwache

flammen-

flammenähnliche Fünkchen. — Davy's Bemerkung, dass sich der Säule auch durch Holzkohlen Funken entlocken lassen, und zwar vorzüglich lebhafte, wenn die Holzkohle glüht, (*Annal.*, 1801, VII, 127,) war mir damahls nicht bekannt, sonst würde ich den Versuch wiederhohlt haben.

Als ich während der Funkenperiode der Säule, den innern Draht einer Leidener Flasche mit der obern Zinkscheibe, und das äussere Belege derselben mit dem Silberende der Säule durch dünne Drähte in leitende Verbindung brachte, sie so einige Zeit stehn liess, und dann beide Belege berührte, war auch nicht das mindeste von einem Stiche oder einem electrischen Schlage zu empfinden, die Finger mochten nass oder trocken seyn. Verband ich dagegen das äussere Belege, oder besser den an das äussere Belege anliegenden Draht, mittelst einer dünnen Metall-Leitung, mit dem innern Drahte der Flasche; so erhielt ich einen kleinen Funken, und zwar liessen sich, durch Daranschlagen, diesem Drahte hinter einander vier und mehrere Funken, denen ganz ähnlich, entlocken, welche die obere Zinkplatte gab, nur dass sie weit schwächer waren. Das Funkengeben der obern Zinkplatte wurde durch diese Verbindung mit der Flasche nicht im mindesten geschwächt. Offenbar wirkte also hierbei die Leidener Flasche, als solche, gar nichts; sondern nur der innere Draht derselben, als eine Metallfortsetzung der oberſten Zinkplatte. Ich muss gestehn, dass mir seitdem der Versuch Cruickshank's, wel-

chen Nicholfon im folgenden Auffatze diefes Stücks anführt, etwas verdächtig vorkömmt.

Während diefer ganzen Zeit gab auch die Säule felbft keinen galvanifchen Schlag, beide Enden mochten unmittelbar mit genäfsten Fingern, oder mittelft Metallftäbe berührt werden; kaum, dafs irgend eine Empfindung an den Fingern oder an der Zunge merkbar war; eben fo wenig Lichtblitze vor dem Auge. Und doch war der Ammoniakgeruch um die Säule jetzt vorzüglich ftark, und die der Säule zu entlockenden Funken fo unerfchöpflich, dafs ich während 1 Minute, bei fchnell hinter einander folgendem Schliefsen der Kette, fo dafs nur die Stellen der Berührung am Rande der obern Platte verändert wurden, 150 gleich grofse und fprühende Funkenbüfchel und Funkenfonnen erhielt.

Ich legte einen naffen Finger auf die obere Zinkplatte, und berührte diefe Platte wiederhohlt mit einem Drahte, deffen anderes Ende an das Silberende der Säule anlag. Während der erften Sekunden gab die Zinkplatte felbft dicht beim Finger grofse fprühende Funken, dann kleinere, zuletzt hier gar keine weiter, fondern nur einige an der entgegengefetzten Seite der Platte. Kaum hatte ich aber den Finger fortgenommen, fo erfolgten wieder überall lebhaft fprühende Funken. So auch, während der Finger anlag, an der untern Silberfcheibe beim Schliefsen der Kette. — Als darauf beide Enden der Säule durch einen Draht in leitende Verbindung gefetzt und darin gelaffen wurden, vermehrte

sich zwar das Knistern zwischen den Metallscheiben; durch Schliessung und Oeffnung einer zweiten Metallkette war aber weder so, noch eine Minute darauf, nachdem der erste Draht fortgenommen worden, ein Funken der Säule zu entlocken, so dass es schien, als bedürfe diese etwa 1 Minute Zeit, um sich wieder mit Funken zu laden. *)

Als diese Säule nach etwa 18 Stunden aus einander genommen wurde, waren die Pappscheiben vollkommen ausgetrocknet, und cohärirten so stark mit dem Metallscheiben, besonders mit den Zinkscheiben, dass diese sich nur aus einander brechen, und die Pappscheiben selten ganz von den Zinkscheiben trennen liessen. Um die Pappscheiben hätte sich auf den Zinkstücken stellenweise ein weisses Salz ange-

*) Gerade das ist auch mit den galvanischen Empfindungen der Fall. Verbindet man zur Zeit, da die Säule in Absicht dieser am wirksamsten ist, beide Enden derselben durch einen Draht; so ist nicht nur während der Zeit, da diese Kette geschlossen ist, sondern auch noch einige Zeit darauf, nachdem der Draht fortgenommen worden, keine galvanische Empfindung aus der Säule zu erhalten, gerade so, als müsste sie sich dann erst allmählig wieder mit Galvanismus laden. Auch ist wohl das heftige Knistern der Säule während der Verbindung ihrer Enden durch einen Draht, (das wahrscheinlich von Gasblasen herrührt, die sich dann zahlreicher zwischen den Metallscheiben entwickeln,) ein Zeichen einer während dessen sehr erhöhten Wirksamkeit, auf die natürlich eine Art von Erschöpfung folgt.

setzt, und in der Fläche der Berührung waren beide stark geschwärzt; hin und wieder sah man den salzsauren Zink auf den Zinkplatten in feinen Nadeln krystallisirt. Am besten liess sich dieses Oxyd fortschaffen und der Zink reinigen, wenn man es sorgfältig mit einem Messer abkratzte, dann die Scheibe in stark diluirter Salzsäure einige Minuten lang liegen liess, und sie zuletzt mit Sand und einem wollenen Lappen abrieb. Als dies geschehn war, zeigte sich der Zink, so weit er mit den Pappscheiben in Berührung gewesen war, sehr stark corrodirt, und voll kleiner Gruben, eine bei der andern. Auch die Thaler waren stark geschwärzt, und einige stellenweise mit einer Art von braunschweiger Grün belegt.

Eine Säule aus 30 Lagen Zink und Silber, die ich einige Zeit darauf, auf dieselbe Art aufrichtete, gab bald nach ihrem Aufstellen beim Schliessen einer Drahtkette helle büschel- und rosenförmige Funken; doch nur wenige: und nachher war schlechterdings kein Funken weiter aus ihr zu erhalten, so dass bei ihr kein Zustand, dem ähnlich, eintrat, den ich der Kürze halber die Funkenperiode der vorigen Säule nennen zu dürfen glaubte.

3.

Haldane giebt in den folgenden Aufsätzen die Verbindungen von *Eisen* und *Zink* zur Voltaischen Säule als recht wirksam an. Sicher würde es für alle, die sich mit galvanischen Versuchen beschäfti-

gen, sehr schätzbar seyn, ein unedles Metall zu wissen, das sich, unbeschadet der Wirksamkeit der Säule, an die Stelle des Silbers setzen liefse, da dieses nicht nur in der Säule etwas angegriffen und entstellt wird, und geprägte Silberscheiben nicht recht fest liegen, sondern auch eine Cruickshanksche galvanische Maschine, (*Annal.*, 1801, VII, 99,) besonders dazu verfertigte Silberplatten erfordert, die bei einiger Gröfse der Maschine gar sehr ins Geld laufen. *) Ich liefs mir daher aus Eisenblech 30 Platten von etwa ⅓ Quadratzoll Fläche schneiden, und erbauete aus ihnen, aus Zinkscheiben und mit liquidem Salmiak genäfsten Pappstücken eine Säule. Diese gab gleich zu Anfang, beim Schliefsen der Kette durch den Körper, ziemlich merkliche Stiche, so stark als eine Wismuthsäule aus gleich viel Lagen; sehr bald aber war sie für die Empfindung gänzlich unwirksam, welches mich abhielt, Wasserzersetzungen mittelst ihrer zu versuchen. Als sie aus einander genommen wurde, waren die Zinkflächen, welche die genäfste Pappe berührt hatte,

*) Ich war Willens, Zinkplatten mit starkem Blattgolde zu vergolden, und aus ihnen eine, nach der in den *Ann.*, 1801, VII, 101, *a.*, angegebenen Idee verbesserte Cruickshanksche Maschine zu errichten. Da aber der Galvanismus selbst das Gold zu corrodiren scheint, so hielt mich die Furcht, nach einem Gebrauche von wenigen Tagen die Scheiben entgoldet zu sehn, bis jetzt davon ab, diese Idee auszuführen. *d. H.*

zwar geschwärzt, doch hatte das Oxyd darauf fast gar keine Dicke; die Eisenplatten waren mit wenig braunem Eisen-Oxyd bedeckt. Vielleicht war es nur der schlechten Beschaffenheit des Eisenblechs, (dessen Oberfläche, ungeachtet des Befeilens, voll grosser berosteter Vertiefungen blieb, die bei den meisten einen grössern Raum als die glatte Eisenfläche einnahmen,) zuzuschreiben, dass keine stärkern und anhaltendern Wirkungen erfolgten. Es wäre daher wohl der Mühe werth, Säulen aus besser gestalteten völlig glatten und polirten Eisenscheiben zu versuchen.

Gleich nachdem mir Volta's Säule bekannt geworden war, hoffte ich in ihr *Wismuth* mit Erfolg dem Silber substituiren zu können, und liess zu dem Ende Wismuthscheiben und Zinkscheiben in der Grösse von ganzen Laubthalern giessen. Bei den galvanischen Froschversuchen, wo die Metallverbindungen desto wirksamer sind, je weiter beide Metalle in der Reihe der Verwandtschaft zum Sauerstoffe von einander abstehn, zeigt sich Wismuth, das dem Silber in dieser Reihe mit zunächst liegt, fast eben so wirksam als Silber, und dies schien zu dem Schlusse zu berechtigen, dasselbe werde in Volta's Säule statt finden. — Ich errichtete in einer grossen Schraubenzwinge eine freistehende, durch Glas isolirte Säule aus 50 Lagen Zink, Pappscheiben in flüssigem Salmiak getränkt, und *Wismuth*; zugleich in einer andern Schraubenzwinge eine Säule aus 30 Lagen Zink, ähnlicher Pappe und *Silber*.

Die galvanischen Empfindungen schienen meinem Freunde und mir an der Wismuthsäule stärker als an dieser Silbersäule zu seyn, und die Schläge gingen durch den ganzen Finger bis in die Hand; auch erhielten wir gleich anfangs aus ihr einige Funken, wiewohl nicht so große und sprühende als aus der Silbersäule. Allein in chemischen Zersetzungen blieb sie so gar weit hinter der Wirksamkeit dieser letztern zurück, dass sie sich in der That nicht empfehlen läßt, da Silbersäulen von weniger als halb so viel Lagen schon mehr zu leisten scheinen. Bei Wasserzersetzungen entwickelte sich nur längs des Drahts der Wismuthseite Gas, indess der oxydirbare Draht der Zinkseite anlief. Gleich anfangs war die Gasentbindung nicht unbeträchtlich, nahm aber in kurzem immer mehr ab, und hörte endlich ganz auf, so dass das Vermögen der Säule in ¼ Stunde hierbei fast ganz erschöpft zu seyn schien.

Die Pappscheiben beider Säulen schienen ziemlich ausgetrocknet zu seyn; wir nützten diesen Umstand, zu versuchen, ob nicht das Nässen derselben mit stark verdünnter Salzsäure die Wirksamkeit der Säulen erhöhen möchte. In der That wurden dadurch das Knistern zwischen den Scheiben, die Intensität der Schläge, und die Fülle und Schnelligkeit der chemischen Zersetzungen unverkennbar erhöht; dafür aber auch die Wirksamkeit der Säulen in sehr viel kürzerer Zeit erschöpft, und in der Silbersäule die Zink- und Silberscheiben so stark geschwärzt und angegriffen, dass es nicht wenig Mü-

he machte, sie wieder zu reinigen, und dass ich den Versuch mit denselben Thalerstücken nicht oft wiederhohlen möchte. Selbst dann zeigte sich aber auf den Wismuthscheiben fast kein Oxyd. Sie behielten auf der Oberfläche ihr völliges metallisches Ansehn, nur dass sie mitunter eine etwas dunklere oder Regenbogenfarben angenommen hatten, und die Zinkscheiben waren mit weit weniger Oxyd als in der Silbersäule belegt.

4.

Als in jeder der beiden mit Salzsäure genässten Säulen eine Glasröhre voll liquider *schwefelsaurer Talkerde* in die galvanische Kette mittelst Eisendrähte gebracht wurde, gab in der Wismuthsäule der Draht der *Wismuthseite* den Gasstrom, der jedoch in kurzer Zeit bald ganz aufhörte. Bei der Silbersäule stieg dagegen der Gasstrom vom Drahte der *Zinkseite*, (kein Bläschen von der Silberseite,) auf, und zwar in einer ganz ausnehmenden Stärke und Schnelligkeit, so dass sich in derselben Zeit wohl vierzig bis hundert Mahl mehr Gas hier als in der Wismuthsäule entwickelte, und in weniger als 10 Minuten Zeit, sich in einer Röhre von etwa 4 Linien Durchmesser, eine 2 Linien hohe Luftsäule angesammelt hatte. — Fast eine gleich starke Gasentbindung hatte unter denselben Umständen in der Silbersäule von 45 Lagen, deren Pappscheiben mit flüssigem Salmiak genässt waren, statt gefunden. Der Messingdraht der Zinkseite stiess hier Gas mit

der gröſsten Geſchwindigkeit aus, und belegte ſich dabei mit einem weiſsen Stoffe, der ſich blätterweiſe ablöſte, und, wie ſich aus ſeinem Verhalten zu Säuren zeigte, Talkerde war; am Meſſingdrahte der Silberſeite zeigten ſich damahls indeſs einige groſse Luftblaſen, die ſich aber nicht vom Drahte ablöſten. Als der obere Korkſtöpſel dieſer Röhre vor einem Lichte geöffnet wurde, verpuffte die aus ihr entweichende Luft; dies geſchah indeſs bei der erſten Röhre nicht; vielleicht, daſs ſie mit weniger Vorſicht am Lichte geöffnet wurde. Auf eine ordentliche Prüfung des Gas hatten wir uns nicht eingerichtet.

Der Erfolg dieſes Verſuchs überraſchte mich auf eine doppelte Art. Einmahl dadurch, daſs in der Silberſäule nicht der Draht des Silberendes, ſondern der des Zinkendes das Gas ausſtieſs, ſtatt daſs ſonſt in der Regel das Silberende das Waſſerſtoffgas entwickelt, und der Draht des Zinkendes ſich oxydirt oder Sauerſtoffgas hergiebt, ſo daſs Haldane in den folgenden Aufſätzen das Silberende für den gasgebenden, das Zinkende für den oxydirten Pol der Säule erklärt. Indeſs hat ſchon Cruickſhank daſſelbe bei liquider ſalzſaurer Kalkerde bemerkt, bei deren Zerſetzung gleichfalls der Gasſtrom vom Drahte der Zinkſeite aufſtieg, (*Ann.*, 1801, VII, 94;) bei ſalpeterſaurer Talkerde wurde dagegen die Zerſetzung am Drahte der Silberſeite bewirkt, (S. 95,) ſtatt daſs ſie in obigem Verſuche am Drahte des Zinkendes erfolgte. Nur aus dieſem ſtrömte Gas, und

nur er inkrustirte sich mit Talkerde, die nur von ihm in Schuppengestalt sich ablöste. — Noch mehr fiel mir die Verschiedenheit zwischen den Resultaten der Wismuth- und der Silbersäule auf, aus welcher folgt, dass der Zink in der Säule keinesweges einerlei Verhalten, das nur den Graden nach verschieden wäre, zu den übrigen Metallen hat, wie man das nach den Resultaten, die Haldane im Folgenden aus seinen Versuchen zieht, vermuthen sollte. — Endlich bestätigte sich hierbei die schon von Davy gemachte Bemerkung, dass einige liquide Mittel- und Neutral-Salze weit schneller und unter einer viel stärkern Gasentbindung als das Wasser zersetzt werden.

Auch bei Zersetzung einer Auflösung von *grünem Eisenvitriol* in Wasser, mittelst der *Silbersäule*, stiess sogleich der Messingdraht der *Zinkseite* Gas aus, indess an den Messingdraht der Silberseite sich bloss einzelne grosse Luftblasen, ohne von ihm aufzusteigen, anlegten. Bei liquidem *Salmiak* stiess in der *Wismuthsäule* der Eisendraht des *Wismuthendes* den Gasstrom, (anfangs schnell, dann aber immer schwächer und schwächer,) aus, und der Eisendraht des Zinkendes lief an. Aus sehr concentrirter hellbräunlicher *Schwefelsäure* gab in der Silbersäule der Eisendraht des Silberendes einen beständigen, jedoch nur ausnehmend schwachen und langsamen Gasstrom, indess sich um den Eisendraht des Zinkendes, der kein Gas ausstiess, ein höchst feiner Dunst, (wahrscheinlich Schwefel,) lagerte, der

sich in langen feinen Fäden vereinigte, und so endlich zu Boden sank.

5.

Zum Beschlusse noch ein paar Bemerkungen über die *galvanischen Empfindungen*, zu denen man gelangt, wenn Theile des Körpers in die Kette der Säule gebracht werden.

Bei allen Säulen, mit welchen ich Versuche angestellt habe, waren diese Empfindungen gleich zu Anfang, nach dem Baue der Säule, am lebhaftesten, und nahmen immer mehr an Intensität ab, je länger die Säule stand, besonders wenn die Enden der Säule eine Zeit lang durch Drähte verbunden wurden, während welcher Verbindung sie ganz aufhörten. Sie wechselten in einem kurzen Zeitraume häufig gar auffallend in Stärke und Schwäche, auf eine Art, die ich mir nicht zu erklären weiss. Baueten wir die Säule auch nur so um, dass wir Theile derselben von oben nach unten u. s. f. brachten, so stellten sich die erlöschenden galvanischen Empfindungen auf eine kurze Zeit wieder ein; noch stärker, wenn wir die Pappscheiben, die auszutrocknen anfingen, wieder anfeuchteten.

Wurden die Enden der Säule mit trocknen Fingern berührt, so erfolgte keine Empfindung. Bei einer Nässung derselben mit liquidem Salmiak schien uns der Schlag stärker, als bei blossem Wasser. Dass eine Auflösung von Eisenvitriol in Wasser dabei noch kräftiger gewirkt hätte, (*Annal.*, 1801, VII, 114)

konnten wir nicht wahrnehmen. Wohl aber schienen uns die galvanischen Empfindungen beträchtlich lebhafter zu seyn, wenn wir die Enden der Säule nicht unmittelbar, sondern mittelst Metallstäbe aus Eisen, Zinn, Wismuth etc. berührten, ohne dass wir doch zwischen diesen Metallstäben einen merklichen Unterschied bemerken konnten. Ob die Empfindungen am Silber- und am Zinkende verschieden, und an welchem Ende der Säule sie stärker sind, darüber konnten wir uns nicht vereinigen.

Keine von allen Säulen, die ich bis jetzt beobachtet habe, gab Schläge, die bis über die Handwurzel hinaus gereicht hätten; die meisten nur Schläge, die sich durch den Finger durchzogen, und mehr oder weniger voll und zuckend schienen. Der Schlag beim Schliessen der Kette schien mir bald Aehnlichkeit mit dem electrischen Erschütterungsschlage, bald mit dem stechenden Funken zu haben, den man erhält, wenn man das innere Belege einer geladenen Flasche allein berührt. Ziemlich davon verschieden war die kitzelnde oder kribbelnde Empfindung, die im Finger, (besonders in dem an der Silberseite,) entstand, wenn man die Enden der Säule mit Metalldrähten berührt hatte, und nun den Körper in dieser geschlossnen Kette liess; eine Empfindung, die auf die Länge peinlich wurde und an der Zinkseite der Säule mir mehr stechend als kitzelnd zu seyn schien. Einmahl schien mir dieses Stechen an der Zinkseite, ein ander Mahl die kitzelnde Empfindung an der Silberseite die vorwal-

tende zu seyn, so dass sie sich wechselseitig fast unterdrückten. Sollte sich diese fortwährende Empfindung bei geschlossner Kette als ein Beweis mehr vom Unterschiede zwischen Galvanismus und Electricität aufführen lassen?

War die Empfindung auch sonst nur ein leichtes Ziehn oder Zucken im Finger, so wurde sie an einer verwundeten Stelle, oder an einem sogenannten Nietnagel, zu einem sehr empfindlichen Stechen. Nicht wenig wurde ich überrascht, da ich an einer Säule, deren Schläge bis in die Handwurzel reichten, die Kette durch Drähte schloss, die ich so hielt, dass ein Finger mit einem Nietnagel ganz ausserhalb des galvanischen Stroms lag, doch an der wunden Stelle dieses Fingers, so lange die Kette geschlossen blieb, einen völlig so lebhaften Schmerz zu fühlen, als wäre die wunde Stelle mit in der Kette gewesen; ein Schmerz, der selbst noch eine Zeit lang nach Aufhebung der Kette fortwährte.

Nach Herrn von Humboldt's Beobachtungen, sind die Wirkungen des Galvanismus auf den menschlichen Körper, so weit sie vor Volta's Säule bekannt waren, im rheumatischen Zustande beträchtlich viel schwächer als im gesunden. Versuche, die ich zu einer Zeit, als ich eine geschwollene, rheumatische Backe hatte, mit einer Voltaischen Säule, deren Schläge durch den halben Finger gingen, anstellte, scheinen bei dieser Säule das Gegentheil zu beweisen. Wurde die rheumatische Backe mittelst einer Metallstange in die galvanische Kette

gebracht, so war an der Stelle, wo Stab und Backe sich berührten, ein fortdauerndes empfindliches Stechen, völlig dem Stechen einer wunden Stelle ähnlich, und in der dahinter liegenden Stelle des Mundes äusserte sich der bekannte sulzerische Geschmack, indess ich beides unter gleichen Umständen an der gesunden Backe gar nicht, oder doch weit schwächer fühlte.

Die *Lichtblitze*, die sich zeigen, wenn man die Zunge oder andere Theile unweit des Auges in die galvanische Kette bringt, konnte ich nur beim Schliessen und Oeffnen der Kette, und zwar nur bei offnen, nicht bei zugedrückten Augen wahrnehmen. Andere glaubten sie dann zwar zu bemerken, aber weit schwächer. Sie haben die grösste Aehnlichkeit mit der Empfindung, welche ein hellbrennendes, stark flackerndes, seitwärts stehendes Licht im Auge hervorbringt, und schienen mir völlig das dunkelgelbe Ansehn manches Kerzenlichts zu haben. Während die Kette geschlossen blieb, konnte ich mich keines Lichtzustandes im Auge bewusst werden.

Ein Goldblatt-Electrometer durch Einwirkung der Säule zur Divergenz zu bringen, ist mir bis jetzt nicht geglückt.

ANHANG.

Beschreibung eines vortheilhaften Gestelles für Voltaische Säulen.

Folgende Einrichtung eines Gestelles für Voltaische Säulen von einer beliebigen Menge von Lagen, wie ich es kürzlich habe ausführen lassen, scheint mir so zweckmäſsig und zu Versuchen mit der Säule so bequem zu seyn, daſs ich es einer umständlichen Beschreibung, wie es Taf. III, Fig. 2, abgebildet ist, für werth halte.

Auf das runde, mit drei Stellschrauben als Füſsen versehene, lackirte Bodenbrett *AB*, sind in der Mitte drei dünne, 1 Zoll lange Glasstäbe, *C*, so aufgekittet, daſs sich die unterste Metallscheibe der Voltaischen Säule horizontal und fest darauf legen läſst. Je nachdem man die Säule aus gröſsern oder kleinern Scheiben, aus ganzen oder halben Laubthalern, zu construiren denkt, sind diese Glasstäbe weiter oder näher bei einander zu setzen, doch immer so, daſs sie in den Eckpunkten eines gleichseitigen Dreiecks stehn. Am zweckmäſsigsten wäre es wohl, sich Zink- und Silberscheiben, die mit einem oder mehrern Haken versehn sind, zu Endplatten der Säule, etwas gröſser als ganze Laubthaler, gieſsen zu lassen, und ihrer sich ein- für allemahl als solcher zu bedienen. Säulen aus gröſsern Scheiben möchten nicht leicht vorkommen, und Säulen aus kleinern Scheiben lassen sich über diesen Bodenplatten, so gut wie gröſsere, aufbauen. Die Glas-

stäbe dienen, die Säule völlig zu isoliren, und unter der Bodenplatte freien Raum zu verschaffen, um nach Willkühr die untere Fläche derselben berühren zu können.

Auch an das auf und nieder bewegliche dreiseitige Brett *G* sind in der Mitte der nach unten gekehrten Fläche, senkrecht über den Glasstäben des Bodenbretts, drei 1 bis 2 Zoll hohe Glasstäbe *H*, ganz auf dieselbe Art wie erstere, aufgekittet. Sie sind bestimmt, auf die oberste Metallscheibe der Säule aufzudrücken, und die Säule auch von hier so zu isoliren, daſs die oberste Fläche der Endscheibe sich frei berühren läſst. — Vielleicht wäre es nicht unvortheilhaft, über die oberste, und unter der untersten Scheibe der Säule einen Streifen Eisenblech zu legen, der über die Scheiben nach zwei Richtungen hervorragt, ohne sie doch nach andern Richtungen ganz zu bedecken. Die Zwischenwirkung des Eisens scheint wenigstens die galvanischen Empfindungen zu erhöhen, und überdies wären an diese hervorstehenden Streifen die Drähte, um galvanische Ketten zu schlieſsen, vielleicht bequemer zu befestigen.

In gleicher Entfernung, (von 8 oder mehrern Zollen, je nachdem man das Gestell für höhere Säulen bestimmt,) vom Mittelpunkte des Bodenbretts, und ebenfalls in gleichem Abstande unter einander selbst, stehn drei senkrechte, hölzerne lackirte Pfeiler *Dd*, *Ee*, *Ff*, denen man am füglichsten eine cylindrische Gestalt giebt, und deren Höhe und

Dicke

Dicke nach der Höhe der Voltaischen Säulen, deren man sich zu bedienen denkt, zu bestimmen ist. Zu Säulen bis auf 150 Lagen, aus Scheiben von der Grösse ganzer Laubthaler, müssten sie etwa 3 Fuss Höhe und 1 Zoll Durchmesser erhalten. Sich mit verschiedenartigen Pfeilern zu versehn, würde zweckmäsig seyn. An beide Enden jedes dieser Pfeiler sind Schrauben gedreht, und in das Bodenbrett dazu passende Schraubenmütter *D*, *E*, *F* eingeschnitten, in welche die Pfeiler sich fest und senkrecht einschrauben lassen.

Das starke lackirte Brett *IKL*, welches dem Gestelle zur Decke dient, hat die Gestalt eines gleichseitigen Dreiecks, dessen Seiten etwa 2 Zoll grösser, als der Abstand der Pfeiler von einander sind, so dass sich unweit der Ecken die runden Löcher *I*, *K*, *L* so einschneiden lassen, dass bei gehöriger Lage des Bretts die obern Schrauben der Pfeiler gerade auf sie passen. Giebt man daher diesen Löchern einen Durchmesser, der etwas kleiner als der der Pfeiler, doch grösser als der ihrer Endschrauben ist, so läst das oberste Brett sich so aufschieben, dass es auf den Pfeilern aufliegt, indess die Schrauben durch die Löcher darüber hervorragen, und dass es sich mittelst der als Knöpfe oder Vasen gestalteten Mutterschrauben stark auf die Pfeiler aufdrücken, und dadurch dem ganzen Gestelle die nöthige Festigkeit geben läst.

Die starke Schraube *NO*, welche in der in das obere Brett eingeschnittenen Mutterschraube *M*

senkrecht herauf- und herabläuft, so daſs ihre Achse genau in die Achse der zu errichtenden Voltaischen Säule fällt, ist bestimmt, auf die Scheiben dieser Säule einen senkrechten Druck anzubringen, und ihr dadurch den nöthigen Halt zu geben. Um sie in der gehörigen Lage zu erhalten, dient das bewegliche Brett *G*, welches auch besonders bei *PQR* abgebildet ist. Es hat die Gestalt eines gleichseitigen Dreiecks, etwas gröſser als das Dreieck *DEF*, und die Ecken desselben sind bogenförmig ausgeschnitten, so daſs es mit diesen Ausschnitten genau an die senkrechten Pfeiler paſst, und mittelst ihrer, gleich Falzen, sich in horizontaler Lage längs der Pfeiler herauf- und herabbewegen läſst, ohne nach den Seiten abzuweichen. Die Druckschraube *NO* ist darauf nach Art der gewöhnlichen Preſsschrauben befestigt, (wie man bei *S* wahrnimmt,) so daſs, wenn jene zurückgeschroben wird, auch dieses Brett mit in die Höhe geht, welches die groſse Bequemlichkeit gewährt, daſs man es beim Aufbauen der Säule nicht zu halten braucht.

Da indeſs die Voltaische Säule bei einer beträchtlichen Höhe durch einen Druck längs ihrer Achse nicht Festigkeit genug erhält, sondern die Metallscheiben sich leicht über einander verschieben und seitwärts ausweichen, da dann die Säule sich einbiegt und zusammenstürzt; so war es nöthig, ihr hin und wieder durch einen Seitendruck zu Hülfe zu kommen. Zu dem Ende sind in der Höhe jeder

20sten bis 30sten Lage, Schraubenlöcher durch die Pfeiler *Dd*, *Ee*, *Ff*, senkrecht auf ihre Achse, und in jeden genau in einerlei Ebene eingeschnitten, in welche die kleinen ¾ Zoll dicken Schrauben *a*, *a*, *a* - - - passen. Die Schraubenlöcher müssen genau so liegen, dass je drei zusammengehörige Schrauben *a*, *a*, *a* der verschiedenen Pfeiler, auf dieselbe Metallscheibe, in der Richtung eines Halbmessers treffen, und um die Mitte der Säule können sie in jedem Pfeiler einander etwas näher als an den Enden, dort etwa alle 20, hier alle 30 Lagen angebracht werden. Um die Säule so viel als möglich isolirt zu erhalten, endigen sich diese Schrauben in kleine Siegellackknöpfchen *b*, mit denen sie unmittelbar an die Metallscheibe andrücken. Mittelst ihrer wird jede 20ste oder 30ste Platte, durch horizontalen Druck von 3 Seiten unter Winkeln von 120°, über der untersten Scheibe der Voltaischen Säule genau senkrecht erhalten, so dass sie nirgends hinweichen kann, und daher der Druck von oben nur immer Stücke von 20 bis 30 Lagen zu sichern braucht, welches sich selbst bei Münzsorten mit ziemlich erhabenem Gepräge sehr gut erreichen lässt. — Beim Aufbauen der Säule möchte es am zweckmässigsten seyn, an die untern Scheiben, die mit den übrigen der Säule einen gleichen Durchmesser haben, zwei Lineale senkrecht zu legen, und die Schrauben *a* zweier Pfeiler gegen diese so zu stellen, dass sich das eine Lineal gegen die Schrauben des einen, das andere gegen die Schrauben des andern

lehnt. Gegen diese Lineale können sich die Scheiben der Säule während des Aufbauens stützen. Man nimmt sodann eins nach dem andern mit Vorsicht weg, und stellt je drei zusammengehörige Schrauben gehörig.

Eine noch einfachere Methode, das Seitwärtsbiegen der Säule und das Zusammenstürzen derselben zu vermeiden, möchte folgende seyn. Man lasse sich Zinkscheiben giefsen, aus deren Rand drei Haken oder Oehre, jeder um 120 Grad von dem andern entfernt, hervorgehn, befestige in diese Oehre oder Haken seidne Schnüre, und bringe in jeder zwanzigsten Lage der Säule eine solche Zinkplatte an. Sind dann die Pfeiler in der Höhe jeder zwanzigsten Lage gehörig durchbohrt, so dafs sich die drei seidenen Schnüre jeder Platte durch die ihnen entsprechenden drei Löcher der Pfeiler ziehn, und mittelst kleiner in den Pfeilern angebrachter Wirbel, wie die Saiten auf der Violine, stark anziehen lassen; so wird jede dieser Platten durch den dreifachen Zug senkrecht über der Bodenplatte der Säule erhalten, so dafs hier die Säule sich nicht einbiegen kann. Bei dem längs der Achse angebrachten Drucke geben diese Schnüre etwas nach, und werden noch stärker gespannt. Auch läfst sich bei dieser Einrichtung die Säule leichter und mit mehr Sicherheit aufbauen.

Mit Hülfe eines vierten Pfeilers, einer nochmahligen Durchbohrung der zwei diesem zunächst stehenden Pfeiler, und eines anders gestalteten Deckbret-

tes mit zwei senkrechten Schrauben, liesse sich ganz auf dieselbe Art, über demselben Gestelle, noch eine zweite Voltaische Säule neben der ersten, und so mehrere errichten, die durch Metallverbindungen zwischen zwei übereinstimmenden Enden, sich leicht zu einer galvanischen Batterie von vielen hundert Lagen vereinigen liessen. Dasselbe würde indess noch mit weniger Umständen erreicht werden, wenn man den Bodenbrettern mehrerer solcher Gestelle die Gestalt eines Dreiecks, und eine Vorrichtung gäbe, dass sie sich, sammt den darüber erbauten Säulen, an einanderschieben, und zu einem Ganzen fest vereinigen liessen.

III.

Versuche und Beobachtungen über Volta's *Säule*, vom Oberst-Lieuten. Henry Haldane, und *Bemerkungen über die Theorie derselben*, von Will. Nicholson in London. *)

Gleich als die erste Nachricht von Volta's neuer Entdeckung im *Morning-Chronicle* vom 30sten Mai, (bei Gelegenheit der Wiederhohlung einiger der Voltaischen Versuche in Dr. Garnet's Vorlesungen in der *Royal Institution*,) bekannt geworden war, **) schaffte sich der Oberst-Lieutenant Hal-

*) Nicholson's *Journal of nat. phil.*, Vol. 4, pag. 241. Die Haldanschen Versuche sind aus einem Briefe vom 24sten Juni ausgezogen. *d. H.*

**) Volta's erster Brief an Banks, wodurch seine Entdeckung zuerst in England bekannt wurde, ist zu *Como* den 20sten März 1800 geschrieben, (*Ann. der Physik*, VI, 340 *a.*,) Nicholson und Carlisle fingen ihre Versuche, in denen sie die Wasserzersetzung durch Volta's Säule entdeckten, den 30sten April an, (Ebendas., 346,) und Nicholson machte Volta's, seine und Cruickshank's Versuche im *Julistück* seines physikalischen Journals

dane, eine Voltaische Säule an, um genauere Beobachtungen über sie und über die Natur ihrer Wirkungen anzustellen. Ich begnüge mich, hier nur die neuen von ihm bemerkten Thatsachen, sammt einigen Bemerkungen zum Behufe einer Theorie mitzutheilen, deren wir jetzt für fernere Untersuchungen bedürfen.

Seine Säule bestand aus 40 Lagen, und wurde horizontal auf einen Tisch gelegt; statt der Silberscheiben nahm er halbe Kronen-, (Laubthaler-,) Stücke, und die Pappe näſste er mit bloſsem Waſser. Er bekam mit genäſsten Fingern keinen Schlag, noch sah er einen Lichtblitz, wenn er das eine Ende mit dem Finger, das andere mit der Zunge berührte; wohl aber bemerkte diesen sein Sohn. Auch das Electrometer oder mein kreiselndes Instrument *) wurde von der Säule nicht afficirt. Steckte er aber eine kleine Nadel durch die Haut eines Fingers an

bekannt. Von Volta's Entdeckung ist also keinesweges die Nachricht im *Montly-Magazin*, *Juli*, *No.* 60, wie ich durch einen Irrthum in den *Annalen*, VI, 341 *a.*, sagte, die erste. Das eilfte Heft des sechsten Bandes der Annalen, welches jene Aufsätze im Auszuge enthält, war schon in der Mitte des Septembers fertig gedruckt, und wurde bald darauf ausgegeben. *d. H.*

*) Eine Beschreibung desselben, sammt anderer Instrumente, kleine Grade von Electricität zu verstärken und zu messen, in einem der folgenden Bände. *d. H.*

der einen, und eben so an der andern Hand, und berührte mit diesen die Enden der Säulen, so fühlte er an den verwundeten Stellen einen stechenden Reiz, und einen convulsivischen Eindruck, der sich bis an die Schultern, selbst bis an den Nacken erstreckte, jedoch keinem electrischen Schlage glich, da er unangenehmer und von längerer Dauer war. Mit Verminderung der Lagen nahm die Wirkung der Säule ab. Nahm man eine der drei Scheibenarten, woraus sie zusammengesetzt ist, ganz heraus, so hörte alle Wirkung auf. Zinnfolie statt Silber ging ganz gut, und Leder besser als Pappe.

Taucht man den Apparat in Wasser, so hört die Wirksamkeit desselben ganz auf. Nimmt man ihn wieder heraus, und trocknet die äussere Fläche ab, ohne die Scheiben zu trennen, so wirkt er so stark wie zuvor. Daraus schliesse ich, dass die Wirkung der Säule in Haldane's Versuchen dadurch, dass er sie horizontal legte, wobei das Wasser aus der Pappe zwischen die Zink- und Silberplatten fliessen musste, beträchtlich geschwächt worden sey, und deshalb weder Schläge noch Zeichen von Electricität gegeben habe. Die Voltaische aufrecht stehende Säule ist unstreitig weit wirksamer als eine in Wasser getauchte und dann abgetrocknete.

Der Apparat wurde unter dem Recipienten einer Luftpumpe aufgehängt, und die Luft so weit ausgepumpt, dass die Barometer-Probe nur noch auf ½ Zoll stand. In diesem Zustande ging *keine* Wasser-

zersetzung mittelst kupferner Drähte vor sich, trat aber wieder ein, wenn man aufs neue Luft zuliess."

Haldane setzte Säulen aus verschiednen Metallen zusammen, und fand, dass *Zink* mit Gold, Zinn, Blei, Eisen und Kupfer wirkt. Mit denselben Metallen bleiben auch *Eisen* und *Blei*, doch weit schwächer, wirksam. Keine andere Verbindung dieser Metalle zeigt jene Erscheinungen, Gold und Zinn ausgenommen, welche ein sehr schwaches Wölkchen im Wasser erzeugen.*) — Nimmt man Eisen und Silber, so steigt bei der Wasserzersetzung das Gas vom Silberdrahte auf, und der oxydirbare Draht der Eisenseite oxydirt sich; das Gegentheil findet mit Zink und Eisen statt, eine Verbindung, die mächtig wirkt,**) und wobei, (bedient man sich kupferner Drähte,) das in der Glasröhre sich absetzende Kupfer-Oxyd dunkelgrün, und merklich verschieden von dem ist, welches die Säule aus Zink und Silber giebt, als käme etwas von den Metallen, woraus die Säule besteht, mit in Circulation und färbte das Oxyd. Eine merkwürdige, genauere Prüfung verdienende Beobachtung, die ich mir doch lieber daraus erklären möchte, dass der Grad der Oxydation mit der Intensität des Agens wechselt, so wie dieses bei Wärme, Auflösungen etc. der Fall ist.

*) Etwas Umständlicheres über diese interessanten Versuche im folgenden Aufsatze. *d. H.*

**) Vergl. oben S. 172. *d. H.*

In einer gröſsern, aufrecht stehenden Säule erhielt Haldane nur schwache Zeichen von Electricität, die ein Bennetsches Electrometer, dessen Platte mit in die Kette gebracht wurde, nicht afficirte. Als er sie mit dem Conductor einer Electrisirmaschine verband, zeigte sich ihre Wirksamkeit eher gehemmt, als verstärkt. Mit dem innern und äuſsern Belege einer ungeladenen Flasche verbunden, verhinderte sie ihre Ladung, und eine geladene lieſs sich durch die Säule hindurch entladen, wiewohl nicht schnell. Nimmt man hierzu die gar geringe Anziehung und Zurückstoſsung, bei sehr starker Causticität, dem Schlage und der mächtigen Oxydation; so scheint es, sagt Haldane, sehr zweifelhaft, daſs Electricität das Hauptagens in der Voltaischen Säule sey, obschon einige darin erzeugt, oder während der Wirkung des Apparats entbunden werden kann.

Bevor ich die Erscheinungen in Volta's Säule einzeln zu erklären unternehme, muſs ich zu den letzten Versuchen Haldane's bemerken: 1. daſs es doch möglich wäre, der electrische Strom, den Haldane durch die Säule leitete, sey dem eignen Strome der Säule entgegen gegangen; 2. daſs der aus der Electrisirmaschine ausgehende electrische Strom der Quantität nach unendlich geringer als der seyn kann, den die Metalle in Volta's Säule erzeugen; 3. daſs das Bennetsche Electrometer von Haldane nicht so in die Kette der Voltaischen Säule gebracht

war, daſs der vermeintliche Strom durch die Goldblättchen gegangen wäre; 4. daſs auch, nach der electriſchen Hypotheſe, die Säule, bei dem Verſuche mit der Leidener Flaſche, dieſe, eine höhere Ladung, als ſie ſelbſt hatte, anzunehmen hindern muſste; 5. daſs Cruickſhank in Woolwich eine groſse Leidener Flaſche bloſs dadurch, daſs er die Enden der Voltaiſchen Säule mit beiden Belegungen der Flaſche in leitende Verbindung ſetzte, ſo lud, daſs ſie einen Schlag gab; *) und daſs endlich 6. was der Säule an *Intenſität* der electriſchen Kraft abgeht, (und dieſe iſt es, worauf die gewöhnlichen Kennzeichen der Electricität beruhen,) durch die *Quantität* derſelben reichlich vergütet werden könnte. Ob aber dieſe Quantität wirklich anſehnlich genug ſey, um daraus alle Erſcheinungen zu erklären, das iſt aus den beobachteten Thatſachen zu beurtheilen.

Ich kenne die groſsen Schwierigkeiten, mit denen wir in Unterſuchung der Geſetze der Electricität zu kämpfen haben. Die bisher angeſtellten Verſuche, (die vielen mit eingerechnet, die mich ſchon ſeit geraumer Zeit beſchäftigen, die ich aber zur Bekanntmachung noch nicht für reif halte,) ſind in viel zu geringer Zahl und viel zu eingeſchränkt, um eine Grundlage zum Calcul abzugeben, oder als daſs ſich mittelſt ihrer, aus einer Intenſität, die fuſslange Funken giebt, auf die geringen Variationen der electriſchen Kraft, deren Stärke durch

*) Vergl. oben S. 169. *d. H.*

Fünkchen, die unsern Sinnen entgehn, gemessen wird, schliessen liesse. In den folgenden Bemerkungen über die galvanischen Erscheinungen beabsichtige ich daher auch mehr nicht, als zu zeigen, dass sie mit dem, was sich aus unserm jetzigen Wissen ableiten lässt, nicht unvereinbar sind, obschon künftige genauere Untersuchungen sehr verschiedne Quantitäten von denen, welche ich hier aufstelle, geben möchten.

Wenn wir die Versuche Cavendish's analogisch auf alle Oberflächen und Intensitäten ausdehnen, so lässt sich Volta's Säule mit der gewöhnlichen Leidener Flasche vergleichen. Verhält sich die Grösse der belegten Flächen, (oder die electrische Capacität,) direct wie das Quadrat der Quantität von Electricität, oder verkehrt wie die Quadrate der Funkenlänge; so sind, diesen Versuchen zu Folge, die Schläge gleich stark. *) Nun haben aber die electrischen Schläge, welche der thierische Körper bis zu gleichen Entfernungen von den Extremitäten fühlt, die Eigenschaft, dass die, welche von kleinern Quantitäten einer intensiven Electricität herrühren, eine plötzliche und mehr vorübergehende Sensation, als solche erregen, die von einer

*) Cavendish fand, dass 4 Flaschen von einerlei Gestalt und Glasdicke, ziemlich denselben, ein wenig stärkern, Schlag gaben, als *eine* unter ihnen allein, die mit der Hälfte von Electricität als die 4 geladen war. *Philos. Transact.*, Vol. 66, pag. 196.

Nicholson.

grofsen Menge nur wenig intenfiver Electricität, die fich wahrscheinlich eben deshalb langfamer bewegt, hervorgebracht werden.

Wegen diefes Umftandes finde ich es fehr fchwierig, aus einer Glasfläche von 1 Quadratfufs Belegung einen Schlag zu ziehn, der dem galvanifchen Schlage ganz in der Empfindung gliche. Ift eine folche Flafche fo geladen, dafs der Entladungsfunken bis auf $\frac{1}{20}$ Zoll reicht, fo geht der Schlag nicht ganz foweit über die Ellbogen, als von einer Voltaifchen Säule aus 100 halben Kronftücken; der Schmerz ift aber viel plötzlicher, fchärfer und vorübergehender. Der dichte galvanifche Schlag fcheint alle Glieder zu füllen, den Körper in Ausdünftung zu fetzen, und eine Neigung zum Zittern und zu unwillkührlicher Bewegung in den Gliedern, durch die er gegangen ift, zurückzulaffen. Ift die Schlagweite des Entladungsfunkens der Flafche nur $\frac{1}{20}$ Zoll, fo bleibt der Schlag doch augenblicklich fchmerzhafter als der irgend einer von mir verfuchten Säule, obfchon er nicht ganz bis an die Ellbogen reicht, und ungefähr von der Art ift, wie der Funken, den der Condenfator zuletzt erzeugt. Ich nahm daher diefen electrifchen Schlag zur Vergleichung mit dem galvanifchen.

Ueber die Länge eines Funkens, der gerade fo intenfiv ift, dafs er die Goldblättchen im *Bennetfchen Electrometer* zum Anfchlagen an die Leiter zu den Seiten bringt, fehlen noch alle Verfuche. Um fie zu beftimmen, nahm ich zwei ganz gleiche Lei-

dener Flaschen, lud die eine so, dass ihr Entladungsfunken $\frac{1}{10}$ Zoll betrug, schob sie dann an die andere Flasche, so dass beider innere und äussere Belegungen in Verbindung standen, und rückte sie dann wieder aus einander, wobei jene die Hälfte ihrer Ladung verloren haben musste. Die zweite Flasche entlud ich genau, rückte sie dann wieder an die noch geladene, und beim Zurückziehen blieb dieser daher nur noch $\frac{1}{4}$ ihrer anfänglichen Ladung. Diesen Prozess nahm ich im Ganzen siebenmahl vor, wodurch, wie man leicht übersieht, die anfängliche Ladung der Flasche bis auf $(\frac{1}{2})^7$, das ist, bis auf $\frac{1}{128}$ vermindert war, und mithin nur eine Funkenlänge von $\frac{1}{10} \cdot \frac{1}{128}$ oder von ungefähr $\frac{1}{1000}$ Zoll haben musste, da sich bekanntlich, unter übrigens gleichen Umständen, bei mässigen Intensitäten, die Länge der Funken wie die Quantität der Electricität verhält. Und doch brachte die Flasche die Goldblättchen des Bennetschen Electrometers noch zum Divergiren; in einigen Wiederhohlungen des Versuchs schlugen sie selbst noch an. Es lässt sich daher als eine Regel annehmen, dass das Bennetsche Electrometer, im höchsten Grade der Electricität, welche es misst, diese Intensität hat.

Doch wir wollen diese Intensität erst noch mit geringern vergleichen. Die seidene Fläche des Condensators, dessen ich mich in meinen vorigen Versuchen mit Volta's Säule bediente, *) ist unge-

*) Annalen der Physik, VI, 352, 354. d. H.

fähr $\frac{1}{50}$ Zoll dick, und die Goldblättchen fuhren ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll weit aus einander, als ich die mit Seide überzogne Platte aufhob; so dafs also die Entfernung auf das 25fache wuchs. Die electrische Intensität, oder die Funkenlänge des Condensators, (dieselbe als die der Säule,) war folglich so vielmahl geringer, als die des Electrometers, *) mithin die Funkenlänge desselben nur $\frac{1}{25} \cdot \frac{1}{3000}$, das ist, $\frac{1}{75000}$ Zoll.

Da nun eine Leidener Flasche von 1 Quadratfuss Belegung, mit einem $\frac{1}{40}$ Zoll langen Funken, denselben Schlag als die Voltaische Säule, mit ihrem $\frac{1}{75000}$ Zoll langen Funken, gab; so muss sich die Gröfse einer belegten Glasfläche, von einerlei Dicke als die Flasche, deren Capacität der der Voltaischen Säule gleich seyn soll, zu einem Quadratfusse Belegung verhalten, wie $(\frac{1}{40})^2 : (\frac{1}{75000})^2$, das ist beinahe wie 3500000 : 1. So unglaublich viel gröfser muss folglich, nach dieser Rechnung, die electrische Capacität der Voltaischen Säule, als die einer Glasfläche von 1 Quadratfuss Belegung seyn, mithin die der gröfsten je zu bauenden Batterie ganz ausnehmend übertreffen. **)

*) Nach Cavendish's Bestimmungen verhalten sich Ladungen von gleicher Intensität, verkehrt wie die Dicke. In den äufsersten Fällen stehn jedoch die Ladungen, wie ich finde, in einem höhern Verhältnisse. *Nicholson.*

**) Nach den Bemerkungen über die Funken der Voltaischen Säule, die ich im vorigen Aufsatze

Da aber auf der andern Seite die Intensität der Electricität in Volta's Säule so ausserordentlich geringe ist, so läſst es sich denken, daſs der Schlag weit mehr durch die Masse oder Quantität von Electricität, als durch ihre Geschwindigkeit oder Bewegung mitgetheilt habe, scheinen die sichtbaren galvanischen und die electrischen Funken von ganz verschiedner Natur zu seyn. Ein electrischer Funken von $\frac{1}{75000}$ Zoll Schlagweite muſs gänzlich unsichtbar bleiben, da selbst mit einer Loupe der dreissigtausendste Theil eines Zolles kaum noch wahrnehmbar ist. Den Vermuthungen Nicholson's möchte ich daher höchstens mit der Einschränkung beistimmen, daſs die Säule zwei Arten von Funken hervorzubringen vermag: erstens *galvanische*, bis auf $\frac{1}{2}$ Zoll groſs und sehr sichtbar, welche Lichtentwickelungen, vielleicht mit Schmelzung oder andern chemischen Prozessen verbunden, sind; und zweitens wegen ihrer Kleinheit unsichtbare *electrische* Erschütterungsfunken, welche die galvanischen Empfindungen erzeugen. Die Unabhängigkeit jener Funken und dieser Empfindungen von einander, indem, wenn jene am stärksten sind, diese häufig fast ganz fehlen, und umgekehrt, scheint dieser Hypothese günstig zu seyn. Gleich nach Errichtung der Säule pflegt die electrische Periode oder die der galvanischen Empfindungen die vorwaltende zu seyn; späterhin die der galvanischen Lichtentwickelung. Doch, noch ist es immer zu früh zu Hypothesen und Vermuthungen, denn noch fehlt so manche Reihe entscheidender Hauptversuche. *d. H.*

wegung hervorgebracht werde. Nun verhalten sich aber, nach den angeführten Lehren, die Quantitäten von Electricität, die einerlei Schlag geben, verkehrt wie diese Intensitäten, oder, in unserm Falle, wie 40 : 75000, das ist, wie 1 : 1875; und die Flasche würde bei einmahliger Umdrehung einer kräftigen Electrisirmaschine sich 10mahl von selbst entladen haben. Mithin wären 187 Umdrehungen erforderlich, um eine Batterie von 3500000 Quadratfuss Belegung bis zu der geringen Intensität der Voltaischen Säule zu laden: und da sich die Säule in 2 Sekunden ladet, in welcher Zeit eine einfache Scheibenmaschine von 24 Zoll Durchmesser einmahl umgedreht zu werden pflegt; so läst sich behaupten, *dass in einer kleinen Voltaischen Säule dieselbe Electricität 200mahl schneller als durch Reibung in einer 24zölligen Scheibenmaschine erzeugt werde*, und dass aus ihr sich 200mahl mehr Electricität ziehn lasse, als ein Arbeiter durch Friction hervorzubringen vermag.

Ich muss nochmahls erinnern, dass das Feld, in das ich mich mit diesen Speculationen gewagt habe, für uns noch ganz neu ist. Wir dürfen erwarten, durch diese neuen, vereinten Wirkungen der Electricität und der Chemie zu Entdeckungen geführt zu werden, die uns noch unbekannte Kräfte und Wirksamkeiten dessen, was wir uns als electrisches Fluidum denken, offenbaren, und uns bestimmen werden, unsre bisherigen unvollkommnen Theorien und Vorstellungsarten darüber aufzugeben.

IV.

Ueber die Wirksamkeit einiger Verbindungen verschiedenartiger Metalle zur Voltaischen Säule; ob ihre Kraft mit der Menge der Platten und deren Gröſse zunimmt, und Verhalten der Säule in verschiedenen Gasarten,

vom

Obrist-Lieut. Henry Haldane. *)

Ich lieſs in ein 6 Fuſs langes, 3 Zoll breites und 1 Zoll dickes Brett, der Länge nach eine 0,6 Zoll weite Rinne eingraben. Wurden über diese die Voltaischen Säulen gelegt, zu denen ich Metallscheiben von 1,3 Zoll Durchmesser nahm, so ruhten sie bloſs auf den Schärfen des Ausschnitts, und lieſsen sich durch 2 Klötzchen Holz, die gegen die Endscheiben gestemmt wurden, in ihrer gehörigen Lage erhalten. Das Brett wurde etwas schief gestellt, um dem aus den nassen Scheiben abträufelnden Wasser in der Rinne Abfluſs zu verschaf-

*) Zusammengezogen aus dem dritten Briefe Haldane's an Nicholson, datirt *Croydon*, *Aug.* 3, 1800, der in Nicholson's *Journ.*, *Vol.* 4, pag. 313, abgedruckt ist. Nicholson's Auszug aus den beiden ersten Briefen Haldane's an ihn, enthält der erste Theil des vorigen Aufsatzes.

d. H.

ſen. *) Zu dieſen Scheiben nahm ich bald Pappe, bald Leder, und näſste ſie ſtets mit reinem Waſſer. Obſchon bekanntlich die thieriſche Epidermis ein Nichtleiter des Galvanismus iſt, (doch wird ſie dieſes einigermaſsen im feuchten Zuſtande,) ſo zeigte ſich doch in der Wirkſamkeit der Säulen kein Unterſchied, ich mochte naſſe Pappe oder naſſes Leder nehmen. Das Leder hat den Vorzug, die zum galvaniſchen Prozeſſe ganz unentbehrliche Feuchtigkeit länger zurückzuhalten, färbt aber ſehr die Metallflächen, die es berührt. Bei der Voltaiſchen Säule ſcheint daher nur das Bedingung zu ſeyn, daſs jedes Plattenpaar in der Säule vom nächſten durch irgend einen Stoff, der kein vollkommner galvaniſcher Leiter iſt, getrennt werde, und daſs dieſer ſie trennende Stoff ſtets naſs ſey.

Zu den Verſuchen mit *Queckſilber* lieſs ich mir 20 ſehr ebene, 0,3 Zoll dicke Mahoganybrettchen 2 Zoll ins Quadrat machen, und darein in der Mitte runde Oeffnungen durchſchneiden, die bis auf $\frac{1}{3}$

*) Sollte dieſe Anordnung nicht den doppelten Nachtheil gehabt haben, daſs die genäſsten Scheiben zu ſchnell trockneten, und das herauströpfelnde mit der benachbarten Metallſcheibe cohärirende Waſſer, längs ihres Randes zu der daneben liegenden Metallſcheibe herabgefloſſen, und zwiſchen beiden, als in Haarröhrchen, in die Höhe geſtiegen ſey; wodurch, wie Cruickſhank's Erfahrung, (*Annalen*. 1801, VII, 100,) beweiſt, die Wirkſamkeit der Säule ausnehmend geſchwächt wurde? *d. H.*

des Bretts 1 Zoll, in den übrigen $\frac{2}{3}$, 1,5 Zoll im Durchmeſſer hielten. An der Seite des kleinern Durchmeſſers wurde eine Lederſcheibe auf das Mahoganybrett, mit einem waſſerfeſten Kitt aus geſchmolznem Wachſe, Harz und Röthel befeſtigt. Legte ich dieſe Brettchen, ehe die Säule zuſammengeſetzt wurde, in Waſſer; ſo durchnäſste ſich das Leder. Dann goſs ich die untere Vertiefung, unmittelbar über dem Leder, voll Queckſilber, und legte in den obern weitern Theil des Ausſchnitts eine Metallſcheibe, ſo daſs ſie das Queckſilber berührte, und war ſie nicht dick genug, ihn auszufüllen, noch eine naſſe Lederſcheibe. Wurden dann die Brettchen gehörig auf einander gelegt, ſo war die galvaniſche Säule gebildet.

Bei allen folgenden Verſuchen bediente ich mich *kupferner Drähte*, als leitender Kette, und *reines Waſſers*, in einer Glasröhre, das mittelſt ihrer galvaniſirt wurde. Ich ordne die Verſuche nach den Graden der Wirkſamkeit, vermöge deren die verſchiednen Metalle geeignet zu ſeyn ſcheinen, hierbei die oxydirende Baſis oder die oxydirenden Pole, (*the oxydating baſes or poles,*) des Apparats abzugeben, indeſs das zweite Metall in der Säule die entgegengeſetzte oder Gasbaſis oder die Gaspole, (*the oppoſite or gaſeous baſe or pole,*) abgiebt.

Verſuch 1. *Zink*, verbunden mit Gold,- Silber,- Eiſen,- Kupfer,- Blei,- Zinn,- Queckſilber.

Alle dieſe Verbindungen bewirkten die kauſtiſche Empfindung an der Zunge, den galvaniſchen

Reiz und Schlag, und die Oxydirung des Kupferdrahts, und zwar war in allen der Zink die oxydirende Basis oder der oxydirende Pol, und das andere Metall die Gasbasis oder der Gaspol.

Gold und *Zink*, (40 Lagen Guineen und Zinkscheiben von der Grösse halber Laubthaler,) schienen unter allen Verbindungen am kräftigsten zu wirken, wie sich aus der Vergleichung mit einer Säule von Schillingstücken zeigte. *Silber*, (40 halbe Kronen,) und *Zink* war fast eben so wirksam als der Goldapparat, nur mit dem Unterschiede, dass im letztern die Kraft, Gas zu erzeugen, im erstern dagegen, so wie in den übrigen Säulen aus Zink, die Kraft, Oxyd zu erzeugen, zu prädominiren schien: denn im Goldapparat fing der Draht der Zinkseite oder des oxydirenden Pols, nachdem er viel grünes Kupferoxyd abgesetzt hatte, an Luftblasen zu entwickeln, indess in dem Silberapparate und den übrigen, der Draht der Silberseite oder des Gaspols nach einer kurzen Zeit Oxyd abzusetzen begann. *Zink* und die übrigen genannten Metalle gaben gleichfalls viel Oxyd und Gas, und zwar folgten sie in ihrer Wirksamkeit folgendermassen: *Eisen, Kupfer, Blei, Zinn, Quecksilber.* Letzteres gab die schwächste Wirkung, und die das Quecksilber berührenden Zinkflächen wurden, wie natürlich, stark amalgamirt. *)

*) Nach meinen Versuchen mit einer Säule aus Zink und *Wismuth*, S. 174, passt der Wismuth sehr wohl

Das in jeder dieſer Verbindungen erzeugte grüne Kupferoxyd wurde von einigen Tropfen Ammoniak, die ich in die Röhre tröpfelte, aufgelöſt, und das Waſſer färbte ſich blau. Der Silber- und Kupfer-Apparat hatten überdies noch einen braunen Stoff erzeugt, auf den aber das Ammoniak nicht wirkte, und der bei den andern Säulen fehlte.

Verſuch 2. *Eiſen*, verbunden mit Gold,- Silber,- Kupfer,- Blei,- Zinn,- Queckſilber.

In allen dieſen Apparaten war Eiſen die oxydirende Baſis, das andere Metall der gasgebende Pol. Sie wirkten zwar auf eine ähnliche Art, wie die vorigen, aber viel ſchwächer, die einzige Verbindung von *Eiſen* und *Queckſilber* ausgenommen, die nicht minder kräftig als eine der Säulen mit der Zinkbaſis zu ſeyn ſchien. Mit *Gold* und *Silber* wirkte das Eiſen ſo ziemlich und gab viel Oxyd und Gas; ſchwächer mit *Kupfer*, das nur ſehr kleine Luftbläs-

in die Reihe dieſer Metalle mit hinein, und möchte, darf ich aus der Stärke der Oxydation der Platten in der Säule auf die Gasentbindung ſchlieſſen, zwiſchen Eiſen und Kupfer ſeine Stelle finden. Auch mit Wismuth iſt die Zinkſeite, bei der Waſſerzerſetzung, der oxydirende, die Wismuthſeite der gasgebende Pol. Daſs aber bei manchen Salzen das Zinkende der Silberſäule der gasgebende Pol wird, indeſs dieſes in der Wismuthſäule das Wismuthende bleibt, und mithin ein verſchiedenartiges Verhalten des Zinks zu den übrigen Metallen in der Voltaiſchen Säule ſtatt findet, habe ich ſchon oben bemerkt. S. 117. d. H.

chen ausſtieſs; und mit *Blei* und *Zinn* gab es gar kein Gas, und zeigten ſich an der Eiſenſeite nur einige Wölkchen im Waſſer. Die Wirkſamkeit dieſer Verbindungen mit Eiſen war daher in folgender Ordnung: *Queckſilber*, *Gold*, *Silber*, *Kupfer*, *Blei*, *Zinn*.

Der Roſt, womit ſich die Eiſenflächen, welche die andern Metalle berührten, überzog, war von einer merkwürdigen Verſchiedenheit, und ſo z. B. beim Golde ſehr roth und glänzend. Die das Queckſilber berührende Eiſenfläche behielt ihren metalliſchen Glanz.

Verſuch 3. *Blei*, verbunden mit Gold,- Silber,- Kupfer,- Zinn,- Queckſilber.

Das Blei war ſtets die oxydirende Baſis, doch die Wirkung aller dieſer Verbindungen nur ſehr ſchwach. Mit Gold und Silber gab der eine Draht etwas Gas; mit Kupfer nur wenige Gasblaſen; mit Zinn ſo wie mit Queckſilber gar keins, und aus dem Drahte der Bleiſeite ſtieg nur ein kleines Wölkchen Kupferoxyd an. Das Blei wurde vom Queckſilber ſtark amalgamirt.

Verſuch 4. *Zinn*, verbunden mit Gold,- Silber,- Kupfer,- Queckſilber.

Noch ſchwächerer Effect wie zuvor; war einiger zu ſpüren, ſo war das Zinn dabei die oxydirende Baſis, und es entwickelte ſich am Drahte der Zinnſeite eine Wolke. Mit 44 Guineen gab die Goldſeite ein wenig Gas; mit Silber und Kupfer entwickelten ſelbſt Apparate von 160 Scheibenpaaren

gar kein Gas; mit Queckſilber zeigten 20 Lagen nicht die mindeſte galvaniſche Wirkſamkeit, nicht einmahl den kauſtiſchen Geſchmack, und die Zinnfolieſcheiben wurden beinahe vom Queckſilber aufgelöſt.

Verſuch 5. *Kupfer*, verbunden mit Gold,- Silber,- Queckſilber.

Keine Wirkung, auſser in einer Verbindung von 67 Paar *Silber*- und Kupferſcheiben, (Pennyſtücken.) Dabei umgab ſich der Draht der Kupferſeite mit kleinen Gasblaſen und einer Wolke; der Draht der Silberſeite zeigte kein Gas. Selbſt 56 Lagen *Gold* und Kupfer gaben weder Gas noch Oxyd, doch eine kauſtiſche Empfindung an der Zunge. Auch dieſe nicht einmahl 20 Lagen Queckſilber und Kupfer.

Verſuch 6. *Silber* und *Gold*. Eine Säule aus 30 Plattenpaaren gab keine merkbare Wirkung, ſelbſt nicht einmahl den kauſtiſchen Geſchmack. Daſs beide mit *Queckſilber* eben ſo wenig wirken würden, war leicht abzuſehn; daher ich es nicht des Verluſtes durch das Amalgamiren für werth hielt, dieſe Verbindungen zu verſuchen.

Doch wäre es gewiſs ſehr wünſchenswerth, daſs dieſe Verſuche auch noch auf die übrigen Metalle, *ganz* beſonders auf *Platin*, ausgedehnt würden. Allein hämmerbares Platin iſt zu koſtbar, als daſs dieſe Verſuche Sache eines Privatmannes ſeyn könnten, beſonders zu einer Zeit, in der ſo viele geldſpillige Verſuche anzuſtellen ſind. Doch läſst es ſich

vielleicht in seinem körnigen Zustande mittelst meines Apparats für Quecksilber untersuchen. *)

* * *

Ich wünschte nun auch zu wissen, *nach welchem Verhältnisse die Wirksamkeit von Volta's Säule mit der Menge der Plattenpaare oder mit der Größe ihrer Oberfläche zunimmt.* Darüber sollten mich folgende Versuche belehren.

Versuch 7. Es wurde eine Säule aus 200 halben Kronstücken, eben so viel gleich gestalteten Zinkplatten und Lederscheiben, die in reinem Wasser genässt waren, über die Rinne des oben beschriebenen Bretts gelegt, wo sie eine Länge von 3 Fuss 9 Zoll einnahm. Die Wirkung war im Verhältnisse der Länge sehr schwach, und lange nicht 5mahl so stark, als die einer Säule aus 40 Plattenpaaren, die ich damit verglich.

Als ich aber die Säule umbauete, und die Lederscheiben zuvor in flüssigem salzsauren Ammoniak tränkte, wirkte sie sehr kräftig. Der kaustische Geschmack und der galvanische Schlag waren sehr heftig; und sowohl die Oxydirung des Kupferdrahts

*) Ich habe späterhin in diesem Apparate sowohl *Schwefel* als auch *Eisenfeilspäne* gebraucht, und aus ihnen und Metallen Voltaische Säulen zusammengesetzt, ohne die mindeste galvanische Wirkung zu erhalten. *Haldane.*

als die Gasentwickelung in der Röhre voll Wasser, erfolgten schneller. *) Wurde die Zunge in die Kette gebracht, so glich, was sich in schwächern Apparaten als Causticität zeigte, hier mehr einer Pulsation; bei jedem wiederhohlten Schlage, und auch bei Schlägen auf der Backe erschien im Auge der Lichtblitz. Führte man in zwei abgesonderte Gläser voll Wasser von den Enden der Säule Drähte, und tauchte in das eine Glas einen Finger der einen, in das andere einen Finger der andern Hand; so fühlte man einen merklichen galvanischen Schlag, und in den Fingern, so lange man sie im Wasser liefs, eine fortdauernde Betäubung, (*numbness.*) — Hieraus ist offenbar, *dass die Verstärkung der Voltaischen Säule mehr auf den Stoffen beruht, aus denen sie zusammengesetzt wird, als auf der Zahl der Plattenpaare.*

*) Haldane erzählt weiterhin umständlich die Wirkung dieser mächtigen Säule bei einer 30 Stunden lang fortgesetzten *Wasserzersetzung* mit Golddrähten, die sich jedoch von den ähnlichen, bereits zur Genüge in den Annalen mitgetheilten, nur in dem Umstande unterscheidet, dass der Golddraht der Zinkseite beträchtlich anlief, ohne dass sich doch ein Niederschlag oder ein Wölkchen darum bildete. Er gab weder so viel, noch so lange Gas, als der Draht der Silberseite, aus dem er den ganzen Prozefs über ausströmte, so weit er unter Wasser war, und der sich zuletzt weifs incrustirte.
d. H.

Verſuch 8. Ich wollte nun die Wirkſamkeit einer Säule aus 20 Plattenpaaren, jedes von 6 Zoll Durchmeſſer, mit den vorigen vergleichen; da aber die Zinkplatten ausblieben, muſste ich dieſen Verſuch verſchieben. Aber aus der geringen Vermehrung in ſo erweiterten Apparaten aus Blei und Eiſen und Blei und Zinn, läſst ſich nicht erwarten, daſs die Wirkſamkeit einer Voltaiſchen Säule im Verhältniſſe der Oberfläche der Platten zunehmen werde.

* *
*

Da die im vorigen Aufſatze beſchriebnen Verſuche mich belehrt hatten, daſs die Wirkſamkeit der Voltaiſchen Säule im luftverdünnten Raume unter dem Recipienten der Luftpumpe aufhört; ſo ſchien es mir intereſſant, *die Wirkungen derſelben in verſchiednen Gasarten* zu unterſuchen.

Verſuch 9. Ich ſetzte zu dem Ende drei Voltaiſche Säulen, deren jede aus 40 halben Kronen, eben ſo vielen Zinkplatten, und aus Scheiben, die in reinem Waſſer genäſst waren, beſtand, unter drei 15 Zoll hohe und 5,5 Zoll weite Glasglocken, deren erſte mit *atmoſphäriſcher Luft*, die zweite mit *Sauerſtoffgas*, aus Braunſtein und Schwefelſäure entbunden, und die dritte mit *Stickgas* gefüllt war, das ich aus atmoſphäriſcher Luft, die 5 Tage lang über einer Miſchung aus Schwefel und Eiſenfeilſpänen geſtanden, erhalten hatte. An den Enden

der Säulen fassen Messingdrähte, und mit diesen wurden Kupferdrähte verbunden, die durch das Wasser, welches die Gasarten sperrte, aus den Glocken hinaus, in Glasröhren voll reines Wasser gingen, das mittelst ihrer zersetzt werden sollte.

Die Säule in der mit *atmosphärischer Luft* gefüllten Glocke erzeugte an den Enden der Kupferdrähte, wie gewöhnlich, Oxyd und Gas, wiewohl nicht in solcher Menge, als bei freiem Zutritte der Luft zur Säule. Die Säule im *Sauerstoffgas* gab das meiste Gas und Oxyd, selbst der Theil des Kupferdrahts an der Zinkseite, der durch das Wasser hindurchging, welches die Glocke sperrte, entband Gas, das in der Glocke anstieg. Die Säule im *Stickgas* gab dagegen weder Oxyd noch Gas, und blieb ohne alle merkbare Wirkung. — Nach 20 Stunden erneuerte ich die Drähte, welche die Säulen unter den beiden ersten Glocken mit ihren Glasröhren verbanden; sie erzeugten aber nur ein schwaches Wölkchen im Wasser. Das Wasser, welches die Glocken sperrte, war in ihnen höher angetrefen; ein offenbares Zeichen, dass sich die anfängliche Gasmenge in den Glocken vermindert hatte.

Dieser Versuch, verbunden mit der Untersuchung der atmosphärischen Luft, welche mit Wasser über eine Voltaische Säule gesperrt war, bestimmt mich, der Meinung Fabroni's beizupflichten, dass die ganze Wirkung des Galvanismus auf

einem chemischen Prozesse beruht *) und hauptsächlich durch ein Anziehn des Sauerstoffs aus der atmosphärischen Luft hervorgebracht wird, und dass mithin, nach unsern jetzigen Theorien, die ganze Operation lediglich für ein Verbrennen, dem ähnlich, zu halten ist, welches entsteht, wenn man Schwefel, Eisenfeilspäne und Wasser mit einander vermischt.

*) *Annalen der Physik*, IV, 428. *d. H.*

V.

ERFAHRUNGEN
über die Verbindung der Erden mit Sauerstoff,

von

CARL WILHELM BÖCKMANN
in Carlsruhe.

Zwar hat van Mons *) die wichtigen von Humboldtschen Versuche über die Absorption des Sauerstoffgas durch angefeuchtete Erden **) nicht nur mit gutem Erfolge wiederhohlt, sondern gefunden, dass ausser der *Kalk-*, *Thon-* und *Schwererde* sogar auch die *Zirkon-* und *Strontianerde* gleichfalls das Sauerstoffgas zerlegen. Dagegen behauptet aber Saussüre der Sohn, ***) dass *reine* Erden, mit *völlig reinem destillirten Wasser* angefeuchtet, durchaus nicht auf das Sauerstoffgas wirken. Auch Berthollet, Chaptal und Fabroni ****) wollen

*) Man vergleiche Scherer's *allgem. Journal der Chemie*, B. III, St. 14, S. 245, und H. 18, S. 731. *B.*

**) von Humboldt's *chemische Zerlegung des Luftkreises*, S. 117 u. f. *B.*

***) *Journal de Physique*, T. IV, S. 470. — Scherer's *Journal der Chemie*, B. III, H. 14, S. 216; und *Annalen der Physik*, B. I, S. 511 u. f. *B.*

****) Man vergl. *Annales de Chemie*, No. 103, p. 30, und daraus Berthollet's Bemerkungen gegen die

keine ſolche Abſorption des Sauerſtoffgas durch feuchte Erden bemerkt haben; und Champy der Sohn, *) ein genauer Beobachter, wiederhohlte jene Verſuche zu Cairo in Aegypten mit *Thon-*, *Kalk-* und *Schlammerde aus dem Nil*, welche Ueberreſte von Vegetabilien enthält, bei einer Wärme von 24 bis 29° R., und konnte gleichfalls keine Verminderung an dem Sauerſtoffgas bemerken, welches damit in Berührung gebracht worden.

Was nun meine Wenigkeit ſelbſt betrifft, ſo wählte ich bei den mancherlei Verſuchen, welche ich vor einiger Zeit anſtellte, um ein möglichſt reines Stickſtoffgas zu bereiten, **) unter andern auch einige Arten von angefeuchteter *Gartenerde* zu dieſem Endzwecke. Da nun die erſten Verſuche ziemlich befriedigend ausfielen, ſo ſetzte ich ſolche nachher umſtändlicher fort, und wandte dabei auch insbeſondere *Thonerde* an, weil nach von Hum-

vorgebl. Abſorption des Sauerſtoffs durch die reinen Erden, in den *Annalen der Phyſik*, 1801, VII, St. 1, S. 86, welches Stück zwar ſchon geraume Zeit gedruckt, aber noch nicht ausgegeben war, als ich dieſe intereſſanten Bemerkungen des Herrn Böckmann erhielt, die dem dort S. 87 in der Anmerkung geäuſserten Wunſche zuvorkommen.

d. H.

*) Ebendaſelbſt. *B.*

**) C. W. Böckmann's *Verſuche über das Verhalten des Phosphors in verſchiednen Gasarten*, herausgegeben von Fr. Hildebrandt. Erlangen, 1800.

boldt's Beobachtungen diese das Sauerstoffgas vorzüglich schnell, und sogar vollständig, zerlegen soll. Es war inzwischen bei diesen Versuchen mein eigentlicher Endzweck nicht, zu erforschen, ob jene Eigenschaft den *reinen* und *unreinen Erden zugleich* oder etwa *nur einer* von diesen beiden Arten zukomme, weshalb ich denn auch eben keine *chemisch-reinen*, sondern bloss verschiedene Gattungen des *gemeinen Thons*, so wie man solchen in unsern Gegenden findet, dazu gebrauchte.

Auch würde ich mich nicht entschlossen haben, diese meine Versuche öffentlich bekannt zu machen, wenn wir uns nicht dieses Gegenstandes wegen wirklich noch im Zweifel befänden. Allein unter diesen Umständen dürfte den Naturforschern wohl jeder auch noch so kleine Beitrag nicht ganz unwillkommen seyn.

Erster Versuch. *) Von sechs gleich grossen Ballons von weissem Glase, wovon jeder etwa 70 Kubikzoll fasst, füllte ich einen, (*A*,) mit 24 Kubikzollen ziemlich fest gedrückter *Gartenerde*, (*Humus ruralis L.*,) die ich mit einigen Kubikzollen destillirten Wassers angefeuchtet hatte, und verschloss

*) Dieser Versuch ist auch schon in meiner Abhandlung über das Verhalten des Phosphors in verschiednen Gasarten, S. 67, beschrieben; da aber sehr wahrscheinlich manche Leser der Annalen solche nicht besitzen, so hielt ich es für schicklich, denselben hier mit zu beschreiben. *B.*

schloss den Hals des Ballons mit einem Pfropf; einen andern Ballon, (*B*,) füllte ich auf eben die Art mit *Alpenerde*, (*Humus alpina*;) einen dritten, (*C*.) mit *schwammiger Dammerde*, (*Breusethon*; *Humus effervescens L.*;) einen vierten, (*D*,) mit *dädalischer Erde*, (*Humus daedalea*,) vermischt mit etwas *gemeinem Thon oder Leim*, (*Argilla communis L.*;) einen fünften, (*E*,) mit *Haidenerde*, (*Humus pauperata L.*,) und endlich einen sechsten, (*F*,) mit *gebranntem zerfallnen Kalk*.

Diese so verschlossnen Ballons setzte ich nun mit reinem Wasser gesperrt, 35 Tage der freien Luft aus, wobei sie die Sonne des Tages mehrere Stunden lang beschien, und die Wärme überhaupt zwischen 3 und 20° R. abwechselte; die mittlere Temperatur aus allen Tagen betrug zwischen 9 und 10°. Da diese Erden die Feuchtigkeit in verschiednen Verhältnissen einschluckten, so waren sie auch, bei gleicher Menge von zugemischtem Wasser, ungleich feucht; am trockensten zeigten sich *B*, *E* und *F*. Nach Verfluss der 35 Tage prüfte ich das Gas im *Sauerstoffmesser*,*) (Eudiometer,) und fand darin das Gas des Ballons

*) Die Röhre des bei diesen Versuchen gebrauchten Sauerstoffmessers, nach Fontana's Einrichtung, ist 6 französische Linien weit, und daher zu Prüfungen *atmosphärischer Luft* oder *ähnlicher künstlichen Vermischungen von Stickstoffgas und Sauerstoffgas* nur dann mit einiger Sicherheit zu gebrauchen, wenn man die zu untersuchenden Gasarten sogleich

A zu 58 Grad Verminderung
B — 3 — — —
C — 40 — — —
D — 30 — — —
E — 2 — — —
F — 60 — — —

Zweiter Versuch. Es wurden die verschiednen Erden von dem vorigen Versuche mit einander vermengt, und hierauf die Ballons etwa bis zur Hälfte damit angefüllt u. s. w. Nach 22 Tagen, während die mittlere Temperatur etwa 13° R. gewesen, untersuchte ich das rückständige Gas von einem Ballon. — Es zeigte im Sauerstoffmesser bei der Berührung mit Salpetergas nicht die geringste Verminderung. Da ich zu diesem möglichst reinen Stickstoffgas ein Stückchen Phosphor brachte, leuchtete er so vollkommen als in dem durch Bleiamalgama

mit dem damit in Berührung gebrachten Salpetergas *schüttelt.* Dieses Schütteln vermeide ich aber gerne wegen anderer dadurch leicht möglichen Unrichtigkeiten, und so giebt denn die atmosphärische Luft in dieser etwas engen Röhre geprüft, gewöhnlich nur etwa 60 Grade Verminderung. — Ich gebrauche sonst bei meinen Versuchen, über den Sauerstoffgas-Gehalt der Atmosphäre ein etwa 3 bis 4 Zoll weites schickliches Mischungsgefäss, wodurch ich denn auch Verminderungen von 88 bis 92 und mehrern Graden erhalten habe, *ohne dabei das Gefäss zu schütteln.* — Da bei den hier beschriebenen Versuchen mein Zweck nur dahin ging, ein möglichst reines Stickstoffgas zu erhalten, so war derselbe schon verfehlt, wenn das Gas auch

oder Schwefelkali abgeschiednen möglichst reinen Stickstoffgas.

Vierzehn Tage später, also nach 36 Tagen, prüfte ich auch die Luft in den übrigen Ballons. In einem, in welchen etwas Wasser durch den Pfropf gedrungen, und daher die Erde etwas nässer als in den übrigen war, zeigte das Gas eine Verminderung von 44 Graden. In einem zweiten Ballon gab es 1 bis 3 Grade, und in den beiden übrigen nicht die geringste Verminderung. In diesem letztern Gas leuchtete der Phosphor ebenfalls wie in dem erstern; hingegen in dem Gas von 44 Graden Verminderung war das Leuchten auffallend schwach.

Dritter Versuch. Die nämlichen Ballons, nebst andern Glasflaschen, würden gereinigt und hierauf einige davon, (*A*,) mit *schwarzgrauem Thone*, (*Letten*,) andere, (*B*,) mit *gelbröthlichem Thone*,

nur einige Verminderung gab, und ich fand es demnach für ziemlich gleichgültig, *wie grofs* denn eigentlich jene Verminderung war. Aus diesem Grunde nahm ich dergleichen Prüfungen auch nicht in dem weiten Mischungsgefäfse vor, sondern gebrauchte die zu jenem Zwecke hinlängliche und bequemere Röhre des Sauerstoffmessers. — Es dürfte vielleicht nicht überflüssig seyn, hier noch zu bemerken, dafs das von mir für *möglichst rein* gehaltene Stickstoffgas nicht nur in einer engen Röhre von 6 oder 12 Linien, sondern auch bei dem Gebrauche eines drei bis vier Zoll weiten Mischungsgefäfses mit Salpetergas *keine Verminderung* zeigte. *B.*

und die übrigen, (*C*,) mit *weissem ziemlich reinen Thone* etwa zur Hälfte angefüllt, nachdem diese Erden zuvor mit Brunnenwasser mittelmässig befeuchtet waren. Ich verschloss diese Gefässe mit Pfropfen, sperrte sie durch Wasser und setzte sie ins Freie, wo den Tag über einige Stunden eine Sonnenwärme von 24° bis 26°, und überhaupt eine mittlere Wärme von 13° auf sie wirkte.

Nach 44 Tagen prüfte ich das Gas in einigen Gefässen von *C*, und fand, dass dasjenige, das über dem *trocknern* Thone gestanden, 40 Grade, hingegen dasjenige, das über dem *nässern* gewesen, 54 Grade Verminderung anzeigte. Am 60sten Tage untersuchte ich das Gas in den sämmtlichen Gefässen, und es gab das Gas in

A, 34 bis 40 Grade Verminderung
B, 42 bis 48 — — —
C, 40 bis 56 — — —

Der Phosphor leuchtete in allen etwa so wie in atmosphärischer Luft, oder in einigen auch noch etwas schwächer.

Vierter Versuch. Es wurden aufs neue verschiedne Glasgefässe mit mehr oder weniger stark angefeuchtetem *gräulich weissen Thone* zur Hälfte angefüllt, und auf die beschriebene Weise 30 Tage lang, bei einer mittlern Temperatur von 14°, aufbewahrt. Das Gas zeigte hierauf bei der Prüfung eine Verminderung von 53, 58 und 60 Graden. Der nässere Thon hatte weniger auf das Sauerstoffgas gewirkt als der trocknere.

Fünfter Versuch. Ich wiederhohlte den dritten Versuch mit ähnlichen erst *ganz frisch gegrabenen Erden von verschiedner Feuchtigkeit*, und nach 60 heissen Sommertagen gab das Gas über dem schwarzgrauen Thone 30 bis 40 Grade Verminderung: das über dem röthlichen 58, und endlich das über weissem Thone 50 bis 60 Grade.

Sechster Versuch. Es ward *Salzthon*, (*Leberstein*,) den man schon länger als 20 Jahre in einem Naturalien-Kabinet aufbewahrt hatte, angefeuchtet und in verschiedne Fläschchen gefüllt, die ich alsdann mit Pfropfen wohl verschloss und durch Wasser sperrte. Nach 26 heissen Sommertagen prüfte ich das Gas, und fand eine Verminderung von 58 Graden.

Siebenter Versuch. Ich war begierig, auch zu sehen, wie sich das *ausgeglühte Braunstein-Oxyd* gegen die damit in Berührung gebrachte atmosphärische Luft verhalten würde. Ich füllte daher einige Fläschchen damit bis zur Hälfte an, und setzte sie einer mittlern Temperatur von 13° aus. Nach einigen Tagen bemerkte ich, dass durch die nicht ganz luftdichten Pfropfen Wasser eingedrungen war, wodurch das Braunstein-Oxyd ziemlich nass wurde. Am 14ten Tage prüfte ich das rückständige Gas, und fand es von 16 und 20 Graden Verminderung. Phosphor leuchtete darin.

Achter Versuch. Da es möglich seyn konnte, dass im vorigen Versuche noch mehr Sauerstoffgas wäre zerlegt worden, wenn das Braunstein-Oxyd trock-

der gewesen wäre, so füllte ich aufs neue mehrere Fläschchen mit solchem an, das ich zuvor ausgeglühet und bei dem Erkalten vor dem Zutritte der atmosphärischen Luft sorgfältig verwahrt hatte. Die Pfropfen wurden hierauf mit Siegellack umgeben, und die Gefäfse einer mittlern Temperatur von 14° ausgesetzt. Ich schüttelte öfters das Braunstein-Oxyd, damit neue Theilchen mit dem atmosphärischen Sauerstoffgas in Berührung kommen sollten. Nach 40 Tagen prüfte ich das rückständige Gas, und fand, dass es 18 bis 24 Grade Verminderung mit Salpetergas gab.

Nach diesen und andern Versuchen ist es in der That sehr auffallend, dals *der gemeine Thon eine so geringe Wirkung auf das Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft zeigte*, da von Humboldt fast keiner dergleichen Erfahrungen erwähnt. Bei den meinigen konnte etwa der Fall nicht wohl statt haben, dass *aller Thon schon mit Sauerstoff gesättigt gewesen wäre;* denn der gröfsere Theil der Erden war kurz zuvor erst gegraben worden, und ich hatte überdies von den einzelnen grofsen Stücken vor ihrer Zerkleinerung immer zuerst einen halben bis einen Zoll dick die äufsere, mit der Luft in Berührung gewesene Erde abgesondert.

Eben so wenig konnte eine *zu starke* oder *zu schwache Befeuchtung* an dem wenigen Gelingen meiner Versuche mit Thon Ursache seyn; denn in

den verschiednen Glasgefäſsen war derselbe bald trocken, bald mehr oder weniger feucht, oder naſs.

Dem ruhigen Beobachter muſs es freilich etwas auffallend seyn, zu sehen, daſs Männer, wie von Humboldt und van Mons, mit Berthollet, Chaptal, Fabroni, Saussüre u. s. w., über Versuche, die beim ersten Anblicke so einfach und leicht sind, fast in *völligem Widerspruche* stehen. — Doch ein Rückblick auf die Geschichte der Naturkunde zeigt uns viele ähnliche Beispiele.

Da übrigens gewiſs niemand an der Wahrheitsliebe und Geschicklichkeit aller jener Naturforscher zweifeln kann und wird, so müssen wir, nach meinem geringen Urtheile, annehmen, daſs bei der Absorption des Sauerstoffgas durch feuchte Erden gewiſs noch unbekannte Bedingungen statt haben, die man bisher aus der Acht lieſs; wie z. B. die Art, wie die verschiednen reinen Erden bereitet wurden, ob sie neu oder schon lange aufbewahrt sind, u. s. w

Die Thätigkeit und der Forschungsgeist der Physiker und Chemiker lassen uns aber mit Grunde erwarten, daſs wir nächstens über diesen interessanten Gegenstand mehr Licht erhalten werden!

VI.

EINIGE BEMERKUNGEN

über die Abscheidung des Sauerstoffgas von der atmosphärischen Luft durch Schwefelkali und andere oxydirbare Körper,

von

CARL WILHELM BÖCKMANN
in Carlsruhe.

Bei aufmerksamer Durchlesung der so wichtigen Schrift des Herrn von Humboldt's: *über die chemische Zerlegung des Luftkreises*, haben sich mir unter andern einige Bemerkungen über seine Meinungen von der Abscheidung des Sauerstoffgas durch Schwefelkali dargeboten, die ich, wegen der Beziehung, in der sie auf meine *Abhandlung über das Verhalten des Phosphors in den verschiednen Gasarten* stehn, dem naturforschenden Publikum vorzulegen für Pflicht halte.

In dieser Abhandlung gab ich, nächst dem *Bleiamalgama*, die *Auflösung des Schwefelkali* als das *vorzüglichste bekannte Mittel an, um aus der atmosphärischen Luft ein möglichst reines Stickstoffgas abzuscheiden.* Nun könnte aber bei jemanden der Zweifel entstehn, ob wohl solches Gas wirklich als *von allem* Sauerstoffgas gereinigt anzusehen sey, und ob also nicht gegen die volle Richtigkeit mehrerer von mir angeführten Versuche und daraus gezoge-

nen Resultate, einige Bedenklichkeiten entstehen dürften. — Diese etwanigen Zweifel wünsche ich nun nach Möglichkeit zu zerstreuen, und ich hoffe durch folgende Bemerkungen meinen Zweck zu erreichen.

Es giebt allerdings, wie Herr von Humboldt sagt, mehrere Fälle, in denen oxydirbare Körper nicht im Stande sind, aus der atmosphärischen Luft alles Sauerstoffgas abzuscheiden, weil dasselbe vermuthlich durch das übrig bleibende Stickstoffgas, und vielleicht auch durch andere Stoffe, zu innig gebunden oder gleichsam umhüllet wird. Bei der Anwendung des Phosphors zu solcher Abscheidung findet man dieses auf eine fast nicht zu bezweifelnde Weise, und ich habe in meiner genannten Schrift zur Erklärung einiger Erscheinungen mehrmahls Gebrauch von jener Thatsache gemacht. Das Salpetergas ist der Erfahrung gemäss dann oft nicht mehr fähig, wegen jener Umstände, auf einen Ueberrest von Sauerstoffgas zu wirken.

Wenn indessen Herr von Humboldt vermuthet, dass die wässerige Auflösung des Schwefelkali gleichfalls unfähig sey, bei hinlänglicher Einwirkung alles Sauerstoffgas aus der atmosphärischen Luft abzuscheiden, so gebieten mir es vielfältige und mit Sorgfalt angestellte Erfahrungen, mich hierin etwas von der Meinung jenes schätzbaren Gelehrten zu entfernen.

Die Haupterfahrung, worauf sich seine Behauptung gründet, ist diese, dass bei verschiednen Ver-

suchen, 100 Theile atmosphärischer Luft durch die Auflösung des Schwefelkali nur um 21 bis 23 Theile vermindert, und dass bei der Prüfung dieses Rückstandes durch Salpetergas noch 18 bis 17 Grade Verminderung bewirkt wurden.

Es ist zwar wahr, dass in solchen Rückständen aus der atmosphärischen Luft, wo die Einwirkung des Schwefelkali nur etwa 6 bis 10 Tage lang dauerte, noch öfters ein Gehalt von Sauerstoffgas entdeckt wird, und dass alsdann bei der Prüfung mit Salpetergas eine Verminderung von 6 bis 18 Graden statt haben könne: allein bei *gehöriger Proportion* einer solchen Schwefelkali-Auflösung zu der atmosphärischen Luft, und bei einer *hinlänglichen Wärme* kam mir *kein Fall* vor, dass nach 16 oder 20 Tagen das rückständige Gas *noch einige Verminderung* bei solchen Prüfungen erlitten hätte, auch selbst dann nicht, wenn das Rohr des Sauerstoffmessers gelinde geschüttelt, oder die Mischung der beiden Gasarten, in einem zweckmäsigen, 3 bis 4 Zoll weiten, Glasgefäse vorgenommen wird.

Könnte es aber auch durch mehrere genaue Versuche wirklich unläugbar erwiesen werden, dass das Schwefelkali nur etwa 21 oder 23 Hunderttheile von der atmosphärischen Luft abzuscheiden vermögend wäre: so dürften wir, nach meinem geringen Urtheile, dennoch nicht berechtigt seyn, daraus geradezu zu folgern, dass in dem Rückstande nothwendig noch etwas Sauerstoffgas im freien oder gebundenen Zustande vorhanden seyn müsse; denn

unsre Kenntnisse über den eigentlichen Gehalt der Atmosphäre an Sauerstoffgas gründen sich immer noch auf ziemlich schwankende Stützen. Ja, es dürfte sich vielleicht einst noch zeigen, dass sie wirklich weniger Sauerstoffgas enthält, als wir sonst gewöhnlich annehmen. Denn fand nicht z. B. von Humboldt selbst, dass ein künstliches Gemisch von 4 Theilen Stickstoffgas und 1 Theil Sauerstoffgas, (also eine durch Kunst zusammengesetzte atmosphärische Luft zu 0,20 Theilen Sauerstoffgas,) im Salpetergas-Sauerstoffmesser 98 Grade Verminderung gab, während die natürliche atmosphärische Luft, (angeblich zu 0,27 Theilen Sauerstoffgas,) nur um 98 Grade vermindert ward. Und wenn man hier etwa einwenden möchte, dass die atmosphärische Luft ein eigentlich chemisches Gemisch, jene künstliche Zusammensetzung hingegen nur bloss als ein Gemenge von Stickstoffgas und Sauerstoffgas anzusehen sey, so müsste diese hypothetische Voraussetzung erst noch bestimmter bestätigt werden.

Allein wir wollen es einmahl als gewiss annehmen, dass die atmosphärische Luft wirklich z. B. 27 Hunderttheile Sauerstoffgas enthalte, so könnte dennoch das Schwefelkali vielleicht alles Sauerstoffgas wirklich abgeschieden haben, ungeachtet die Absorptions-Röhre z. B. nur etwa 24 Hunderttheile angäbe. Es liessen sich nämlich gar wohl noch einige besondere Gesetze denken, nach welchen die Ausdehnung des Stickstoffgas in Verbindung mit diesem oder jenem Stoffe, oder nach der Trennung

davon, sich merklich verändert. Freilich dürfen wir bis jetzt solches fürs erste nur ahnden oder höchstens analogisch nach andern Erfahrungen mit einiger Wahrscheinlichkeit vermuthen, bis einst die sämmtlichen Eigenschaften dieses merkwürdigen Gas überhaupt genauer aufgesucht und bestimmt seyn werden. Aber so viel scheint doch aus mehrern bekannten, obgleich noch immer unvollkommnen Versuchen bereits zu erhellen, dass jenes Gas in Ansehung seiner Ausdehnung sehr beträchtlich von den andern Gasarten abweicht. Und wenn es sich, nach Herrn Göttling, bestätigen sollte, dass vorzüglich der Lichtstoff den gasförmigen Zustand der Grundlage des Stickstoffgas hervorbringt, und dass sich also dieses Gas dadurch von andern ganz besonders auszeichnet, so könnte man auch in Ansehung der Expansivkraft desselben besondere Phänomene erwarten.

Auch ist es mir ferner ziemlich wahrscheinlich, dass selbst die *verschiednen Arten* von Stickstoffgas, und insbesondere das reine, und das auf mancherlei Weise verunreinigte, in Ansehung *ihrer Ausdehnung bei verschiednen Temperaturen*, *merklich von einander verschieden* seyn mögen; so dass sich z. B. das Phosphor-Stickstoffgas anders ausdehnt, als das möglichst reine Stickstoffgas, u. s. w.

Es wäre daher sehr zu wünschen, dass von thätigen Physikern sorgfältige und mannigfaltig abgeänderte Versuche unternommen würden, um die *bestimmten Ausdehnungsgesetze aller bekannten Ar-*

ten von Stickstoffgas, im reinen und unreinen Zustande, bei *verschiednen Temperaturen* aufzufinden. Diese, freilich etwas schwere, mühsame und langwierige Arbeit, würde unter andern auch von beträchtlichem Nutzen und unmittelbarer Anwendung für die so wichtige Analyse der Atmosphäre seyn.

Denn so lange wir jene Gesetze gar nicht, oder nur sehr unvollkommen kennen, so lange bleibt es auch sehr unsicher, aus den Rückständen der atmosphärischen Luft mit Genauigkeit auf ihren Gehalt an Sauerstoffgas, oder auf die völlige Reinheit des rückständigen Stickstoffgas, zu schliessen. Es könnten z. B. durch Schwefelkali wirklich die angenommenen 0,27 Theile Sauerstoffgas gänzlich abgeschieden seyn, wenn wir gleich nur etwa 0,23 Theile Verminderung wahrnehmen; es dürften sich nämlich die übrigen 0,73 Theile Stickstoffgas, indem sie von ihrer vorherigen Bindung mit Sauerstoffgas frei geworden, nur um 0,04 Theile mehr ausdehnen. — Von Humboldt will zwar gefunden haben, dass eine solche Vergrösserung des Volums, wenigstens beim Phosphor-Stickstoffgas, nicht statt habe, allein mich dünkt, als seyen hierüber noch mehrere Erfahrungen erforderlich, um jene Vermuthung völlig zu widerlegen.

Wäre aber auch das Bisherige alles berichtigt, und also hierin kein Irrthum weiter zu besorgen, so wäre es ja auch noch möglich, dass aus der wässerigen Auflösung des Schwefelkali einige Hunderttheile Wasserstoffgas sich erzeugt, die sich mit dem Stickstoff-

gas vermischt, und solchergestalt das Volumen des Rückstandes überhaupt vermehrt hätten; für den Beobachter würde dies nun den Schein haben, als sey um so viel weniger Sauerstoffgas zerlegt worden. — Und diese Möglichkeit wird sich nicht eher gehörig bestreiten lassen, als bis wir vermögend sind, auch sehr kleine Quantitäten von Wasserstoffgas, die einem Stickstoffgas etwa beigemischt wurden, zu erkennen, und das Volumen desselben genau zu bestimmen.

Wollte man das so eben Angegebene auch auf die Phänomene bei dem Gebrauche des *Phosphor-Sauerstoffmessers* anwenden, so würde man sich ohne Zweifel irren; denn die Erfahrungen des Hrn. von Humboldt's, und meine eignen, machen es, wie schon oben angeführt wurde, sehr wahrscheinlich, daſs der Phosphor wegen mancherlei Bindungen und Verunreinigungen schon vor der gänzlichen Zerlegung der atmosphärischen Luft aufhöre, auf das Sauerstoffgas zu wirken. Inzwischen dürfte auch hier vielleicht mehr Sauerstoffgas zerlegt werden, als uns die Absorptions-Röhre wirklich angiebt, indem nämlich die entstandene gasförmige phosphorige Säure, so wie die aufgelösten und im Gas schwebenden Phosphortheilchen, den Rückstand des Gas wohl um einige Hunderttheilchen vermehren können.

Diese und ähnliche Raisonnements lassen sich meines Erachtens auch in Rücksicht der sichern Anwendung anderer Körper zur Erforschung des wah-

ren Sauerstoffgas-Gehalts der Atmosphäre mit mehr oder weniger Grunde anwenden, so dass ich, aufrichtig zu gestehen, so lange kein völliges Zutrauen zu irgend einer Art von angeblich auch sehr genauen Sauerstoffmessern, selbst das Fontanasche nicht ausgenommen, haben kann, bis die oben angezeigten Zweifel auf eine befriedigende Art gelöset seyn werden.

Dennoch bleiben uns, dieser Unvollkommenheit ungeachtet, die Sauerstoffmesser immer von entschiednem Werthe, da man dadurch doch in den gewöhnlichsten Fällen wenigstens so viel erforschen kann, *ob in einem Gas wirklich Sauerstoffgas, im freien Zustande, enthalten sey*, wenn sich auch schon *die Quantität nicht ganz genau bestimmen* läfst. *)

*) Man vergleiche hiermit *Annalen der Physik*, V, 341, und VI, 414 und 424. *d. H.*

VII.

BEMERKUNGEN

zu Hrn. Hofrath Voigt's Hypotheſe über die Urſache der Rotation der Planeten.

Die beiden Hypotheſen, mit deren genauerer Betrachtung ich mich hier beſchäftigen werde, ſind von Hrn. Hofrath Voigt in Jena, die eine in ſeinem *Lehrbuche der populären Sternkunde*, die andere in ſeinem *Magazine für den neueſten Zuſtand der Naturkunde*, B. 1, St. 4, S. 130, vorgetragen. Da Herr Voigt jene ſchon ſelbſt aufgegeben, und dagegen die zweite angenommen hat; ſo könnte ich vielleicht der Mühe, von jener etwas zu erwähnen, ganz überhoben ſeyn: aber wenn man bedenkt, daſs unrichtige Sätze und Meinungen gerade am meiſten Schaden ſtiften, wenn ſie in populären Schriften vorgetragen werden; ſo wird man mir ein kleines Verweilen bei jener Hypotheſe verzeihen.

Herr Voigt glaubte nämlich, daſs der Stoſs, den die Sonnenſtrahlen auf die Oberfläche der Erde ausüben, eine Rotation zu bewirken im Stande ſey, indem nicht alle Sonnenſtrahlen ganz gleiche Geſchwindigkeit hätten, ſondern die Strahlen des einen Randes, wegen der mit ihrer Richtung übereinſtimmenden Umdrehung der Sonne um ihre Achſe, ſich ſchneller bewegten, als die des entgegengeſetzten Randes, deren Geſchwindigkeit durch die ihrer

Richtung

Richtung gerade entgegengesetzte Bewegung der Sonnenoberfläche etwas vermindert werde. — Ich will mich nicht bei der Frage aufhalten, ob der hierdurch verursachte Unterschied der Geschwindigkeiten, der sich zur Geschwindigkeit des Lichts etwa wie 1 : 50000 bis 60000 verhalten möchte, eine so beträchtliche Rotation zu bewirken im Stande sey; sondern nur auf folgendes aufmerksam machen. In Fig. 3, Taf. III, stellt *abc* die Sonne, *def* die Erde vor, und die Sonne drehe sich nach der Richtung *abc*; so empfängt ja der Punkt *d* der Erde nicht bloss die schnellen von *a* ausgehenden Strahlen, sondern auch die langsamen von *c* ausgehenden; und eben so bekömmt der Punkt *f* nicht bloss langsame aus *c*, sondern auch schnelle aus *a*. — Die Wirkung der Sonnenstrahlen kann also gar nicht den erwarteten Effect hervorbringen, wenn man auch den supponirten Unterschied der Geschwindigkeit wollte gelten lassen.

Doch Herr Voigt selbst hat mit einer Offenheit, die ihm Ehre macht, bekannt, dass die Zweifel gegen diese Erklärungsart ihm selbst nicht unwichtig schienen, und daher seinen Gedanken eine andere Wendung gegeben, oder — eine neue Hypothese erdacht, wo alles bloss aus der durch die Sonnenwärme erregten Ausdünstung erklärt werden soll. Bei diesem Prozesse der Ausdünstung, sagt er, geschehe wesentlich eben das, was bei der Explosion z. B. einer Rakete geschieht, und durch diese Explosion entstehe ein Druck nach der entge-

gengesetzten Richtung. — Recht gut! — mag auch einigen die Vergleichung etwas stark scheinen, das thut der Hauptsache keinen Schaden; die Erfahrungen, an die Herr Voigt hier erinnert, sind bekannt, z. B. das Zurückrollen der Kanonen beim Schusse, die Bewegung des Segnerschen Wasserrades, u. a. Ausser diesen erzählt Herr Voigt noch einige Erfahrungen von den Rotationen der Kampherkörnchen, die man auf kaltem Wasser schwimmen läſst. *) Aber hier dachte er offenbar nicht an einen sehr wichtigen Unterschied zwischen den Kampherkörnchen und der Erde. Bei jenen nämlich ist es eine nothwendige Bedingung, daſs die Körnchen recht viele und recht scharfe Spitzen haben müssen, wenn der Versuch gelingen soll, (wie Herr Voigt selbst bemerkt,) da hingegen die Erde ganz rund ist, wenigstens an den Stellen rund, wo die Ausdünstung oder die Explosion am stärksten ist. Warum gelingt der Versuch mit dem Kampher nicht, wenn die Körnchen rund sind? Nicht bloſs deswegen, weil die Spitzen sich eher in der Luft verflüchtigen, sondern vorzüglich, weil der von der Verflüchtigung herrührende Druck nunmehr central ist, das heiſst:

*) Ich bemerke hierbei, daſs Herr Voigt die Verbindung der fortschreitenden Bewegung mit der Achsendrehung *Rotation* nennt: wenn ich nicht sehr irre, so nennen andere Astronomen und Mechaniker jede Achsendrehung, Rotation, sie mag mit einer fortschreitenden Bewegung verbunden seyn oder nicht. — Dies beiläufig! B.

durch den Mittelpunkt des Körpers geht. Und gerade so ist es bei der Erde! — Hr. Voigt sagt selbst, der Druck entstehe nach der der Explosion entgegengesetzten Richtung: nun geschieht die Ausdünstung des Meeres doch wohl nicht schief, sondern gerade aufwärts, folglich hat Herr Voigt selbst gesagt, dass bloss ein centraler Druck daraus entstehen kann. Sollte aber Herr Voigt behaupten wollen, die Richtung der Ausdünstung gehe gegen die Sonne zu, so erinnere ich vorläufig, dass jeder, dem die Lehre von Zerlegung der Kräfte nur etwas geläufig ist, einsehen wird, dass gleichwohl auch hieraus nur ein gegen den Mittelpunkt der Erde gerichteter Druck auf die Oberfläche des Meeres entstehen kann.

Ich hoffe, dass Hrn. Voigt diese Gründe wichtig genug vorkommen werden, um diese Hypothese zu verlassen, ich hätte daher vielleicht nicht einmahl nöthig, noch etwas von der aus dieser Rotation entstehenden fortrückenden Bewegung zu sagen. Doch, da sich auch hier einige Bemerkungen darbieten, an die Herr Voigt nicht gedacht hat; so ist es vielleicht nicht ganz verlohrne Arbeit, wenn ich etwas davon mittheile: — vielleicht dient es, Hrn. Voigt bei einer *dritten* Hypothese vor einem oder anderm Irrthume zu sichern.

Herr Voigt setzt nämlich seine Schlüsse etwa so fort: Aus dieser Achsenumdrehung muss nun auch nothwendig zugleich eine fortschreitende Bewegung entstehen: denn an der Seite der Erde, wo es Nacht

ist, oder wo die Sonne gerade aufgeht, ist die Atmosphäre durch die Kühle der Nacht beträchtlich zusammengezogen, und es giebt also hier einen solchen Anhaltepunkt, um welchen sich der Erdball drehen kann, wie es die Billard-Kugeln bei rauhen Stellen des Ueberzugs der Billard-Tafel thun. Dieser Anhaltepunkt, um welchen die drehende Bewegung, wie um das Hypomochlium eines einarmigen Hebels geschieht, ändert zwar jeden Augenblick seine Stelle, liegt aber beständig in einer solchen Entfernung vom Mittelpunkte der Erde, daſs eine Peripherie, die mit diesem Abstande als einem Halbmesser beschrieben würde, beinahe $366\frac{1}{4}$mahl genommen die Gröſse der Bahn giebt, welche die Erde in Jahresfrist um die Sonne beschreibt." — Das Bisherige sind fast ganz Herrn Voigt's eigne Worte. Da die Peripherie, von der Herr Voigt am Ende der hier abgeschriebnen Stelle spricht, sich zum Umfange der Erdbahn verhalten soll, wie $1 : 366\frac{1}{4}$; so müssen auch die Radii dieser beiden Kreise, (denn die Erdbahn darf ich in diesem Augenblicke als Kreis betrachten,) sich eben so verhalten.

Nun ist, nach Kästner, *angew. Math.*, B. 2, S. 273, die mittlere Entfernung der Sonne von der Erde = 23708 Halbmessern der Erde, folglich die Entfernung jenes Anhaltepunkts vom Mittelpunkte der Erde $= \frac{23708}{366\frac{1}{4}} = 65$ Halbmessern der Erde; dieser Anhaltepunkt liegt also noch ein wenig jenseits des Mondes, wo keine Zusammenziehung der

Atmoſphäre mehr entſtehen kann, weil es dort keine mehr giebt.

Endlich wendet Herr Voigt noch die Ausdünſtung zu Erklärung der Excentricität der Erdbahn an. Da nämlich auf der ſüdlichen Halbkugel der Erde mehr Waſſer iſt, als auf der nördlichen, ſo iſt die Ausdünſtung dort gröſser, wenn die Sonne im Steinbocke ſteht, als bei uns, wenn ſie im Krebſe ſteht: während des Sommers der ſüdlichen Halbkugel nimmt alſo das Volumen der Erde und ihrer Atmoſphäre zu, obgleich die Maſſe dieſelbe bleibt: ſchwimmt nun die Erde, ſagt Herr Voigt, in der Sonnen-Atmoſphäre und gravitirt gegen die Sonne, wie etwa ein in der Erd-Atmoſphäre ſchwimmender Aeroſtat gegen die Erde gravitirt; ſo muſs ſie auch, wie dieſer, anfangen aufzuſteigen, oder ſich von der Erde zu entfernen, ſo bald ſie ſpecifiſch leichter wird. Bei der Erde findet nun das gerade ſtatt, daſs ſie ſich vom Winter-Solſtitio an, wo ſie, nach Hrn. Voigt, etwa ihr gröſstes Volumen erreicht haben muſs, von der Sonne entfernt. Schon dieſe Erfahrung ſelbſt ſtreitet gegen Hrn. Voigt, denn allem Anſcheine nach müſste das Aufſteigen ſchon viel früher anfangen; ferner müſste, nach dieſen Principien, des Jupiters Bahn ſehr wenig excentriſch ſeyn, weil es auf demſelben faſt gar keinen Wechſel von Sommer und Winter giebt, und doch weicht ſie mehr vom Kreiſe ab, als die Erdbahn. — Aber auch dieſes bei Seite geſetzt; ſo iſt doch vor allen Dingen zu fragen: Schwimmt denn auch wirklich

die Erde so in der Sonnen-Atmosphäre, wie ein Aerostat in der Erd-Atmosphäre? — Antw. Ganz gewiss nicht: wenigstens giebt es noch keine einzige Erfahrung, die schliessen liesse, dass sich die Planeten in einem Fluido bewegen, und sicherlich in keinem, dessen specifische Schwere der specifischen Schwere des Erdkörpers gleich ist: wäre dies der Fall, so würde die Erde, wenn es irgend erlaubt ist, nach einer sehr überzeugenden Analogie zu schliessen, bei ihrer Bewegung einen sehr grossen Widerstand leiden, und schwerlich möchte die Ausdünstung dagegen genug fortschieben können!

Es würde Zeitverlust seyn, mehr hierüber zu sagen: ich habe mich bemüht, mit ganz simpeln, selbst Anfängern fasslichen Gründen die Meinungen des Herrn Hofraths zu widerlegen, und halte mich überzeugt, dass er sich mit mir darüber freuen wird, wenn diese Erinnerungen etwas dazu beitragen, Anfänger vor Irrthümern zu warnen.

Nur noch eine Bemerkung. Herr Voigt sagt, er vermeide allen Schein einer Hypothese, und stütze sich bloss auf Thatsachen. — Sind es denn Thatsachen, dass die Erde in einem mit ihr selbst gleich dichten Fluido schwimmt, und dass die Erde sich an ihrer Atmosphäre reibt, wie das Wagenrad am Gassenpflaster? Wenn diese Hypothese auf Thatsachen beruht; so liesse sich eben das auch von den Cartesianischen Wirbeln behaupten; denn auch auf diese leiteten Erscheinungen und richtig beobachtete Thatsachen.

H. W. B. Z. H.

VIII.

Auszüge aus Briefen an den Herausgeber.

1. *Von Herrn Professor* Kramp.

Kölln den 3ten Vendemiaire. IX.

— — Bei meinem täglichen Umgange mit Chemie und Experimental-Physik, (Medicin habe ich seit mehrern Jahren ganz auf die Seite gelegt, und auch Mathematik ist meine Lieblingswissenschaft nicht mehr,) fehlt es mir nie an Gelegenheit zu reichhaltigen Beobachtungen; und es gereicht mir zum Vortheile, dass ich theils durch den schönen Vorrath physikalischer Apparate, die auf unserm Kabinete befindlich sind, theils durch einige hiesige Künstler von vorzüglichem Talente unterstützt bin, mit deren Erfindung sowohl als praktischer Ausarbeitung ich alle Ursache habe zufrieden zu seyn. *) —

*) Herr Dr. Kramp, der schon seit lange durch seine *Geschichte der Aerostatik* als einer unsrer vorzüglichsten mathematischen Physiker bekannt ist, und noch kürzlich durch seine wichtige *Analyse des Refractions astronomiques et terrestres* sich als solcher rühmlichst ausgezeichnet hat, steht seit Ende des Jahres 1798 an der Central-Schule zu Kölln, wo er zuerst die Professur der Mathematik, dann statt ihrer die Professur der Physik und Chemie über-

Ich denke mit einigen wirklich wichtigen Bemerkungen über *Electricität* und *Magnetismus* den Anfang zu machen, sobald die Apparate fertig seyn werden, die ich deshalb machen lasse.

Das *Manometer*, das Sie in Hindenburg's *Archiv*, Heft 10, haben beschrieben gesehen, *) habe ich seitdem ganz abgeändert. Allein selbst dieses abgeänderte und sehr vervollkommnete Manometer hat immer noch einen wesentlichen Fehler: und dieser ist eine ganz natürliche Folge des Grundsatzes, worauf es beruht. Nämlich: es ist nach

nahm, und war zugleich so glücklich, diese Lehranstalt zum Ankaufe des vorzüglichen und sehr vollständigen physikalischen Kabinets des Professor Schurer's zu Strasburg zu bewegen, eines Mannes, der Physik und Mathematik, nach Herrn Kramp's Zeugniss, (Hindenburg's *Archiv*, H. 10, S. 232,) in hohem Grade mit einander zu verbinden wusste, und in dessen Kabinet der electrische Apparat, die Magneten-Sammlung, der Apparat für Luftarten, und alles zum physisch-chemischen Laboratorio mehr als vollständig ist. Auch besass Kölln schon mehrere andere grosse und schätzbare physikalische und astronomische Instrumente. *d. H.*

*) Es war, wie Herr Kramp sagt, ein Nicholson-sches Areometer, auf den Fall angewendet, wenn der Körper, dessen specifische Schwere erforscht werden soll, die äussere Luft ist, und empfahl sich dadurch, dass es den Beobachter der grossen Weitläufigkeit, die Luft zu wägen, zu überheben schien. *d. H.*

meinen Versuchen die Luft ausdehnbarer als das Wasser, in dem Verhältnisse von, (nach einer Mittelzahl,) 1 : 19. Dagegen aber ist das Wasser schwerer als die Luft, in dem Verhältnisse von ungefähr 780 : 1. Es folgt also, dass an dem Steigen und Fallen meines sonst sehr empfindlichen Manometers die verschiedene Temperatur des Wassers ungefähr vierzigmahl mehr Antheil hat, als die veränderliche Schwere der Luft, und dies ist für mich ein sehr großer Grund, Ihnen dieses Manometer nicht zu empfehlen. Meine Versuche über die *specifische Federkraft der Luft* mache ich jetzt auf eine ganz andere Art. Auf unserm Kabinete befindet sich eine zu diesem Versuche bestimmte, und deshalb mit einem Hahne versehene gläserne Kugel, von etwa 400 Kubikzoll körperlichem Inhalte: auch sind wir mit mehrern ungemein empfindlichen Wagen versehen. Diese Kugel wird nun einigemahl des Tages rein ausgepumpt, der Verlust des Gewichts angemerkt, die Barometerhöhe durch diesen dividirt, und so die specifische Federkraft sehr genau gefunden. Ich werde Ihnen die Resultate dieser Versuche zuschicken, sobald sie denjenigen Grad der Vollständigkeit werden erhalten haben, der sie einer öffentlichen Bekanntmachung würdig macht.

Eine *Boussole d'Inclinaison* habe ich so eben von dem Künstler erhalten, die vor allen bisherigen große Vorzüge haben, und, wie ich hoffe, in den künftigen physikalischen Sammlungen eine sehr wesentliche Stelle behaupten wird. Die vorzüglichste

Absicht dabei ist, sehr genau die Neigung der Magnetnadel auch alsdann zu kennen, wenn sie ausser dem magnetischen Meridiane liegt. Zwischen dem Winkel, den die Nadel mit dem Meridiane macht, und der Neigung, die dazu gehört, muss nothwendig ein gewisses beständiges Gesetz statt haben, das die Physik bisher noch nicht kannte, und das gleichwohl zu kennen sehr wesentlich seyn wird. Die Nadel hat etwa 20 paris. Zoll in der Länge: und es ist eine Vorrichtung angebracht, wodurch die Friction in der Achse im Verhältnisse von 1 : 1000 vermindert wird.

---

2. *Von Herrn C. W. Böckmann.*

Carlsruhe, November 1800.

Mit grossem Interesse habe ich die wichtigen Nachrichten von der *galvanischen Electricität* in Ihren *Annalen* gelesen, und schon den folgenden Tag Versuche mit 9, 24 und 60 Lagen von Zink, Laubthalern und mit Salzwasser angefeuchtetem wollenen Zeuge angestellt. Die meisten Erfahrungen der englischen Physiker fand ich bestätigt. Ungeachtet ich die sich entbindenden Gasbläschen an jedem Golddrahte mit grosser Vorsicht einzeln auffing, so fand ich doch weder das Wasserstoffgas rein von Sauerstoffgas, noch umgekehrt das Sauerstoffgas rein von Wasserstoffgas oder Stickstoffgas: das Verhältniss des Sauerstoffgas zum Wasserstoffgas war

fast wie 1 : 3.*) Wenn ich 6 oder 12 Schalen, mit Wasser gefüllt, isolirte, und durch Golddrähte

*) Besteht das Wasser aus 0,15 Theilen Wasserstoff, und 0,85 Theilen Sauerstoff, so sind beide Gasarten *dem Gewichte nach*, in diesem Verhältnisse zu vereinigen, um Wasser zu bilden. In den Versuchen kann man sich jedoch nur an das *Volumen* der erzeugten Gasarten, nicht an ihr Gewicht halten. Dividirt man das absolute Gewicht derselben durch das specifische, so erhält man das Verhältniss der Voluminum. Das Wasserstoffgas kömmt aber bekanntlich nach seiner Reinheit von einem sehr verschiednen spec. Gew. vor, und beide Gasarten dehnen sich durch Wärme, besonders wenn sie feucht sind, nach ausnehmend verschiednen Verhältnissen aus. (Gren's *neues Journal der Physik*, IV, 397.) Die Bestimmung des Verhältnisses der Voluminum, wonach beide Gasarten zu mischen sind, um sich ganz zu Wasser zu vereinigen, ist daher, besonders bei unbekannter Temperatur derselben, gar misslich. Wiegt bei 10° R. ein paris. Duodecimal-Kubikzoll Sauerstoffgas 0,507, und Wasserstoffgas 0,035 französ. Grän; so müssten beide Gasarten dem Volumen nach im Verhältnisse von 423 : 168 stehen, und auf 2,52 Theile ganz reines Wasserstoffgas, 1 Theil ganz reines Sauerstoffgas kommen, um Wasser zu geben. Nach Davy's Versuchen, (*Annalen*, 1800, VII, 119.) entwickelten sich durch Galvanisiren aus lange gekochtem noch heissem Wasser 57 Maass ganz reines Wasserstoffgas, und 27 Maass reines Sauerstoffgas, beide also im Verhältnisse von 2,11 : 1, und im Versuche S. 117 entwickelten sich 65 Maass reines Wasserstoffgas und über 31 Maass reines

so verband, dafs in die erste der Draht von der Zinkplatte, in die letzte aber der von der Silber-

Sauerstoffgas, beide also im Verhältnisse von 2,1 : 1; womit man die Anmerkung S. 93 vergleiche.

Da es wichtig ist, hierüber ganz aufs Reine zu kommen, so empfehle ich denen, die in Versuchen dieser Art geübt sind, folgenden Hauptversuch. Man nehme zwei etwa 1 Zoll weite Röhren, und schmelze sie an dem einen Ende um ein kleines Thermometer, und um einen oder mehrere Platin- oder Golddrähte zu, so dafs die Thermometer-Kugel innerhalb der Röhre hängt, und die Drahtspitzen gehörig weit noch unter sie herabgehn. In die für das Wasserstoffgas bestimmte Röhre giefse man 2 Kubikzoll Wasser, und ziehe sie von da ab, bis wohin dieses reicht, conisch aus, so dafs sie sich in eine engere, etwa $\frac{1}{8}$ Zoll weite Röhre endigt. Mit der für das Sauerstoffgas bestimmten verfahre man eben so, da, wo 1 Kubikzoll Wasser sich darin endigt. — Dann graduire man beide Röhren mittelst hineingegofsnen Quecksilbers oder Wassers in ihrer Verengerung, von Kubiklinie zu Kubiklinie, fülle sie, nach Davy's Art, mit noch heifsem Wasser, das 8 Stunden lang gekocht hat, und stürze jede umgekehrt in ein besonderes Glasgefäfs mit demselben Wasser, welches zuvor auf das genaueste gewogen ist. Man wiege dann wieder die Gefäfse und die darin stehenden Röhren voll Wasser; so hat man das Gewicht dieser letztern. Giefst man dann, um das Verdünsten und Erkälten des Wassers im Gefäfse zu verhüten, etwas Oehl darüber, setzt die Platindrähte der Röhren mit den Enden der Säulen, und ihre offnen

platte ging; so entband sich in jeder einzelnen Schale an einer Drahtspitze Sauerstoffgas, an der andern Wasserstoffgas. Geschah die Verbindung der einzelnen Schalen durch eiserne Drähte, so ward an dem einen Ende Wasserstoffgas entbunden, und am andern erschien bald ein gelbes Eisenoxyd.

Besonders auffallend war mir unter andern der *Geruch nach Salpetersäure* in der Nähe der Golddrähte, und über dem Sperrwasser in der Glasschale. Dieser Geruch war so auffallend, dass Personen, die ich dazu führte, ihn unerträglich fanden, und ihn auf mein Befragen mit dem der salpetrigen Säure einstimmig verglichen. Wird vielleicht durch diese Art von Electricität, welche an dem Drahte hinströmt, die umgebende atmosphärische Luft

Enden mit einander durch thierische Fiber in Verbindung; und läfst sie dort so lange, bis beide Röhren sich bis in den verengten Theil derselben mit Luft gefüllt haben, (und wenigstens einer der Drähte muss tiefer hinabgehn;) verschliesst dann die Enden der Röhren durch genau passende Deckel oder Stöpsel von bekanntem Gewichte, unter Wasser, aufs genaueste; und wiegt die hinausgenommne Röhre wieder sorgfältig: so erhält man ausser dem Volumen auch das absolute, mithin auch das specifische Gewicht beider entwickelten Gasarten, bei einem gegebnen Thermometer- und Barometerstande. Und das wäre, wenn zugleich eudiometrische Versuche ihre Reinheit bewährt hätten, ein für Physik und Chemie sehr wichtiges Datum. *d. H.*

leichter, als sonst gewöhnlich, in Salpetersäure umgewandelt? Es kömmt indessen jener Geruch nicht immer zum Vorschein, und ich bin wirklich beschäftigt, um die dazu nöthigen Bedingungen aufzusuchen. *)

Wenn ich den Golddraht nicht an das Silberstück anhing, sondern darunter legte, so fand ich die Oberfläche des Silbers öfters ganz schwarzbraun oxydirt, keines der übrigen Stücke war so gefärbt. — Werden die beiden Golddrähte in 2 verschiedne Glasschalen mit Salzwasser geleitet, so empfindet man bei dem Eintauchen der Finger unangenehme Schläge; umwickelt man die Ohren mit Draht, befeuchtet sie mit Salzwasser, und taucht dann die Drahtspitzen in jene Schalen, so wird einem schwindlig, und man sieht die schönsten electrischen Blitze. Aehnliche Erscheinungen kann man in den Augen hervorbringen. Taucht man

*) Eine interessante Bestätigung der Meinung Cruickshank's. Vergl. *Annal.*, 1801, VII, 109. Sollte nicht, um auszumachen, ob sich wirklich beim Wasserzersetzen um den Draht des Zinks Salpetersäure, um den Draht des Silbers Ammoniak bildet, wie Cruickshank vermuthet, der beste Weg der seyn, dass man den Platin- oder Golddraht von der Zinkseite in eine Röhre voll liquidem Kali, den von der Silberseite in eine Röhre voll Salzsäure sich endigen liesse, beide durch thierische Fiber verbände, und nun sähe, ob in ersterer Salpeter, in letzterer Salmiak anschiessen würde. *d. H.*

einen Finger in die eine Schale, in die andere eine Zinkstange, und berührt diese mit den nassen Lippen oder mit der Zunge, so empfindet man unerträgliche Schmerzen, man sieht Licht, und glaubt, die Zunge werde einem durchbohrt. — Diese Erfahrungen stellte ich mit einer Batterie von 60 Lagen an. Ich könnte Ihnen noch mancherlei sonderbare Effecte beschreiben! Nächstens mehr.

---

3. *Von Herrn Professor C. W. Pfaff.* *)

Kiel den 31sten December 1800.

Die merkwürdigen Versuche der englischen Beobachter, (*Annalen der Physik*, B. VI, St. 3, S. 340 fg.,) und des genievollen Ritter's, des würdigen Repräsentanten des Galvanismus in Deutschland, (Voigt's *Magazin*, B. II, St. 11, S. 356,) **)

*) Diese *vorläufige Nachricht von den galvanischen Versuchen mit der Voltaischen Batterie*, welche Herr Prof. Pfaff, (bekanntlich einer der Hauptschriftsteller über den Galvanismus nach seinem bisherigen Gebiete,) mit so vieler Einsicht und so vielem Glücke angestellt hat, erhalte ich beim Schlusse dieses Stücks, und säume, bei ihrem nahen Zusammenhange mit den in Aufsatz II und III behandelten Materien, nicht, sie hier noch einzurücken.
d. H.

**) Noch genügender und fortgesetzt erhält sie der Leser in Stück 3 oder 4 dieses Bandes der Annalen.
d. H.

mufsten auch meine ganze Aufmerkfamkeit auf fich ziehn. Ich liefs mir meinen Apparat ganz nach der Vorfchrift des Hrn. Hofraths **Voigt** verfertigen.*) Bis jetzt befteht er nur aus 60 Zinkplatten, er zeigt mir jedoch alle die Erfcheinungen, die von andern Phyfikern beobachtet worden find, in auffallendem Grade. Meine erften Verfuche gingen vorzüglich dahin, die *Analogie mit der Electricität in ihrem ganzen Umfange auszumitteln.* **) In diefer Hinficht habe ich etwas verfchiedene Refultate von den Jenaifchen Obfervatoren erhalten, indem ich da Aehnlichkeit entdeckte, wo fie Diverfität hinausbrachten.

Mit ihrer 60 Platten ftarken Batterie gelang es ihnen nicht, *Funken* zu erhalten; mir *gelingt es fchon mit einer Batterie von 20, ja von 15 Platten*, deren Oberfläche nicht gröfser als die von ihnen angegebene ift. Mein Verfahren dabei wurde durch die Analogie mit der Electricität geleitet. Ich heftete an den Draht, der mit dem obern Zinke in Verbindung ift, ein feines Goldblättchen, (gleichfam die feinfte Spitze, die man fich verfchaffen kann,) und näherte demfelben vorfichtig den Draht, der mit dem untern Silber in Verbindung ftand, und nun er-

*) Vergl. oben S. 163, Anmerkung. *d. H.*

**) Ein wichtiger Gefichtspunkt, um den es fchade wäre, wenn die Phyfiker ihn über den chemifchen Anwendungen der Säule aus den Augen verlöhren. *d. H.*

erhielt ich kleine Funken von einem *glänzend weissen* Lichte, die bei voller Stärke der Batterie mit einem schwachen Knistern begleitet, aber auch bei 20 Zinkplatten schon sehr sichtbar waren. Ein anderes Verfahren, sehr *lebhafte Funken* zu erhalten, besteht darin, dass man die beiden Drähte am Lichte schwarz macht und gleichsam mit einem feinen Kohlenstaube überzieht. Die Kohlentheilchen wirken als die feinsten Spitzen, und der schwarze Grund macht das Licht glänzender. Bei diesen Versuchen bemerkte ich nicht selten, wenn ich den Draht dem Goldblättchen näherte, *eine Anziehung* dieses letztern, und eben so eine Aufrichtung der Kohlenstäubchen. *) Einmahl glaubte ich ein Leuchten an der Säule der Metallplatten selbst zu bemerken. **)

Eine fernere Analogie, die ich zwischen dem Galvanismus und der Electricität bemerkte, ist ein gleiches Verhältniss beider gegen verschiedne Körper in Rücksicht auf ihre *Durchleitung* oder *Nichtdurchleitung* durch dieselben. *Ritter* behauptet, (S. 366 der angeführten Schrift,) ***) dass *glühendes*

*) Sollte dieses, bisher noch nicht wahrgenommne, electrische Anziehn, vielleicht als Beweis einer gewissen Schlagweite dieser Funken, die sich denen zu nähern scheinen, welche ich aus dünnen Drähten erhielt, gelten dürfen? *d. H.*

**) Vergl. S. 161 und 167. *d. H.*

***) Vergl. auch *Annalen*, VI, 471. *d. H.*

Glas in einer Schicht von einer Linie, ja bloss von ¼ Linie die Wirkung der galvanischen Batterie ihm auf keine merkliche Art habe leiten wollen. Meine Versuche gaben mir ein verschiednes Resultat. Ich steckte die zwei Drähte, (den Draht des Silbers und des Zinks,) in eine Glasröhre, so dass sie zwei volle Linien von einander entfernt waren. Schloss ich nun die Kette mit meinen Fingern, so fühlte ich natürlich nicht die geringste Erschütterung, denn die Kette war durch einen Theil der Glasröhre gebildet. Nun fing ich an, diese letztere zu erhitzen. Keine bemerkliche Durchleitung; aber noch wurde auch die Electricität einer schwach geladnen Leidener Flasche nicht durchgeleitet. Ich trieb die Erhitzung bis zum Glühen und anfangenden Schmelzen des Glases; nun bekam ich anhaltende empfindliche Schläge, da ich die Kette mit meinen beiden Fingern schloss; nunmehr liess sich auch eine schwach geladne Leidener Flasche durch das glühende Stück der Glasröhre entladen. So lange das Glas glühend war und ich mit meinen Fingern die Kette geschlossen hielt, entlud sich die galvanische Batterie mit ununterbrochenen heftigen Schlägen, da sonst bei einer durch gewöhnliche Leiter gebildeten Kette, so lange dieselbe geschlossen ist, die fortdauernden unangenehmen Empfindungen nicht mehr mit Erschütterungen verglichen werden können, sondern mehr stechende Schmerzen sind, besonders in widernatürlich empfindlichen Theilen, z. B. in kleinen Hautentzündeten Stellen der Haut. —

Die *Flamme* leitete zwar, nach meinen bisherigen Versuchen, das galvanische Fluidum auf keine bemerkliche Weise; merkwürdig ist es aber, dass ich eben so wenig eine Erschütterung empfinde, wenn ich in den Erschütterungskreis einer schwach geladnen Flasche die Flamme auch in der dünnesten Schicht aufnehme. *) — Mit Versuchen über die Leitungskraft der *verdünnten Luft* bin ich in diesem Augenblicke beschäftigt. Die Analogie mit einer schwach geladnen Leidener Flasche kann uns, glaube ich, wenigstens zum Theil in diesen Versuchen leiten.

Nach welchem Gesetze wird denn aber die Electricität, (wenn es anders Electricität ist, was ich auf keine Weise apodictisch behaupten will,) in diesen Versuchen entwickelt? Ohne Zweifel durch einen *chemischen Prozess*; denn die Flüssigkeit, mit welcher die Pappe befeuchtet ist, hat auf den Erfolg der Versuche den auffallendsten Einfluss. Eine gesättigte Auflösung von Kochsalz habe ich bis jetzt am wirksamsten gefunden; viel weniger wirksam eine Auflösung von vegetabilischem oder Mineral-Alkali. Mit Säuren, z. B. Essig, habe ich noch keine Versuche gemacht. Ich vermuthe aber zum vor-

*) Man vergl. hiermit Aldini's Versuche, *Annal.*, IV, 419, und von Arnim's Bemerkungen, *Annalen*, V, 469. *d. H.*

aus, dass sie weniger wirksam sind.*) Ich stelle mir vor, dass die Alkalien das — enthalten, und in vorzüglicher Menge hergeben, Säuren das +, und Neutralsalze, (die bekanntlich in diesen Versuchen zersetzt werden,) das + —. Werden bloss Alkalien angewandt, so muss das Wasser der Auflösung das + hergeben, das eine Säure reichlicher und leichter hergeben würde; und so muss bei Anwendung der Säure das Wasser das fehlende — liefern. Neutral- und Mittelsalze sind im Grunde wie das Wasser eine Vereinigung von +, —, nur auf eine etwas verschiedne Art.

Merkwürdig ist es, dass die Erschütterungen so auffallend lebhafter werden, wenn die die obere *Zink-* und *untere Silberplatte* berührenden Finger mit einer *Auflösung von Kochsalz*, als wenn sie mit jeder andern Flüssigkeit befeuchtet sind.**) Die Empfindung, welche der den obern Zink berührende Finger erhält, ist wenigstens *dem Grade nach* verschieden von der Empfindung, welche der Finger, der das untere Silber berührt, erhält; sie verhalten sich ungefähr zu einander, wie der positive und negative Funken. Letzterer ist bekanntlich mehr erschütternd und unangenehmer, und so wird

*) Dieses war wenigstens mit verdünnter Salzsäure in meinen Versuchen nicht der Fall, s. S. 175. Doch scheint für die hier aufgestellte Hypothese die Bemerkung S. 176, 4, desto mehr zu sprechen. *d. H.*

**) Vergl. S. 179. *d. H.*

auch der Silberfinger unangenehmer, und mit einem heftigern Schlage afficirt. *) Bleibt die Kette lange geschlossen, so scheint in diesem Finger allmählig ein *Gefühl von Kälte* zu entstehen; das Thermometer habe ich noch nicht gebraucht, um zu untersuchen, ob wirkliche Kälte eintritt. Wenn ich mehrere Finger benetze, und z. B. nur mit dem Mittelfinger den obern Zink berühre, so wird auch der Zeigefinger, wenn er in Berührung mit dem Mittelfinger, (jedoch nicht mit dem Zinke selbst,) kömmt, schmerzhaft afficirt. **)

Ich bin gegenwärtig beschäftigt, durch einen eignen Apparat zwei Portionen Wassers, die eine gänzlich in Wasserstoffgas, die andere gänzlich in Sauerstoffgas zu verwandeln, wobei ich Ritter's sinnreiches Verfahren zum Grunde gelegt habe.

Noch bemerke ich, daſs ich bei Entladung einer schwach geladnen Leidener Flasche durch das Auge durchaus nichts von einer Blitzerscheinung bemerken konnte. Dagegen habe ich Ritter's schöne Versuche über den positiven und negativen *Lichtzustand*, so wie über die *Farben*, vollkommen bestätigt gefunden.

Diese schöne Entdeckung der galvanischen Batterie muſs noch die herrlichsten Früchte tragen, und ich möchte mit Zuverläſsigkeit voraussagen, daſs auch die leidende Menschheit eines der wohlthätig-

*) Vergl. S. 190. *d. H.*

**) Vergl. S. 231. *d. H.*

ften und wirkfamften Heilmittel an derfelben erhalten werde.

---

4. *Von Herrn Hebebrand,*
gräflich-yfenburgifchem Regierungsrathe.

Büdingen den 5ten Januar 1801.

Es wird Ihnen nicht unangenehm feyn, wenn ich Ihnen den Erfolg einiger Verfuche bekannt mache, welche ich mit der *Voltaifchen Metallbatterie* angeftellt habe. Ich bediene mich dazu zweier fchwacher *Meffingdrähte*, (ftarker Klavierfaiten.) Sie find, zum ifolirten Anfaffen, in dünne Glasröhren von etwa 4″ Länge gekittet, und an dem einen Ende mit einer feinen Schlinge, am andern mit einem angelötheten Meffingknöpfchen verfehen, welches mit der Saite etwa 5″ aus der Röhre hervorgeht. Diefe Vorrichtung ift bequem, um auf allen Punkten des Gefichts die Kette zu fchliefsen. Ich bezeichne den an den *Zink* einzuhängenden Klavierdraht mit *a*, und den an das *Silber* mit *b*. Ferner gebrauche ich ein dünnes *Meffingftäbchen* mit einem Knopfe an beiden Enden, das ich *B* nennen will, weil ich gewöhnlich den Haken des Silbers damit berühre. Die Säule befteht aus 50 Lagen *S* und *Z*, welche mittelft der Scheiben von dem feinften wollnen Tuche in die möglichft genaue Berührung gebracht werden, nachdem folche zuvor in dem ftärkften Salzwaffer getränkt worden. Drei Glasftangen find in einen hölzernen, mit einer Sie-

gellackauflösung wohl angestrichnen Fuss eingekittet und halten die Säule. Mit dieser nach Verhältniss ihrer Höhe äusserst wirksamen Batterie, habe ich folgende Versuche gemacht.

1. Wenn mit *a* der Augenwinkel, und mit *B* das Silber berührt wird, so empfindet man einen heftigen Schlag bis in den Kopf, und im Auge kömmt ein Lichtball zum Vorschein, der auch bei dem hellesten Tageslichte gesehen wird. Zufälliger Weise wurden durch einen einzelnen Versuch dieser Art schwer auf- und zugehende Augendeckel auf einige Tage beweglich gemacht. Vielleicht könnte bei geschwächten oder gelähmten Sehnerven durch diese Operation etwas ausgerichtet werden.

2. Wenn, anstatt *B*, der Draht *b* genommen, und alsdann *a* und *b* etwa einen franz. Zoll unter beiden Augen zur Seite auf die mit Salzwasser wohlbefeuchtete Haut angelegt werden, so entsteht ein brennender Schmerz, und das Licht vibrirt bald in einem, bald in dem andern Auge, bald in beiden, so lange die Drähte auf ihrer Stelle bleiben. Es erscheinen rothe Flecken, und der Schmerz dauert noch lange nach geendigtem Versuche.

3. Etwas ähnliches erfolgt, wenn Ober- und Unterlippe von *a* und *b* in der Mitte ihres Randes berührt werden. Der Stich ist noch empfindlicher, und man fühlt, dass die Drähte stark angezogen werden und sich gleichsam stark ansaugen.

4. Man lege die mit Salzwasser angefeuchtete Spitze eines Fingers der linken Hand auf den Zink-

haken, fasse das Stäbchen *B* mit den angefeuchteten Fingern der rechten Hand, und trommele oder ziehe damit auf dem Silberhaken vor- und rückwärts, so fühlt man correspondirende Bewegungen in den Fingern, bald der einen, bald der andern Hand, oder auf beiden Händen, welche den Schwingungen einer Saite gleichen.

5. Wenn anstatt des Fingers am Zinkhaken der Draht *a* mit diesem verbunden, und entweder an eine der Lippen, oder an die Zungenspitze, oder an eine andere empfindliche Stelle des Gesichts gehalten wird, so werden hierdurch convulsivische Zuckungen erregt, die nicht lange auszuhalten sind.

6. Mit der gehörigen Behandlung und geduldigem Erwarten des sich nicht sogleich einstellenden Erfolges kann man es leicht dahin bringen, dass an einem der beiden Haken häufige *Fünkchen* zum Vorschein kommen. Sie haben ein weisses und zuweilen sehr hell glänzendes Licht, und scheinen mir eher freigewordner Lichtstoff als electrische Materie zu seyn. *) Sie folgen oft schnell auf einander, verlieren sich aber auch plötzlich, und man muss zuweilen lange warten, bis sie wieder erscheinen. Ich bediene mich hierzu des Wasserbleies und des Stäbchens *B* wechselsweise an beiden Haken. Beide müssen auf den Haken in einer bald klopfenden, bald hin und her schiebenden Bewegung gehalten werden. Die Fünkchen kommen sodann entweder zwischen dem Haken und dem Wasserbleie, oder

*) Meine obige Vermuthung, S. 200, Anm. *d. H.*

zwischen diesem und den Fingern; bisweilen, (doch selten,) auch einzeln an den Gelenken oder Spitzen der übrigen Finger, welche frei sind, bald häufiger, bald sparsamer zum Vorschein. Auch dieses scheint mir nicht auf Electricität zu deuten.*) Zuweilen zeigt sich ein blasses Licht an dem freien Ende des Wasserbleies, oder es schiessen dergleichen Strahlen seitwärts hervor.**) Alles dieses ist nicht nur in der Nähe, sondern auch in einer Entfernung von einigen Schritten vollkommen sichtbar.

Dass vieles bei diesen Versuchen sich nach der zu- oder abnehmenden Stärke der Batterie modificirt, brauche ich wohl nicht zu erinnern. Manches lässt sich sogar besser und genauer beobachten, wenn die Batterie in ihren heftigen Wirkungen nachlässt. ***)

7. Wenn bei dem 5ten Versuche der Draht *a* so weit aus der Glasröhre hervorgeht, dass er Schwingungen machen kann, und zwischen die beiden halbgeöffneten Lippen mit steter Hand gehalten wird, so wird derselbe wechselsweise bald von der Ober-, bald von der Unterlippe angezogen. Die Batterie muss nur schwach wirken, welches den 3ten Tag nach ihrer Aufrichtung erfolgt.

*) Eine vielleicht folgenreiche Wahrnehmung. *d. H.*

**) Vermuthlich dasselbe, was sich mir als Feuerbüschel und rosenähnliche Funken zeigte, S. 166. *d. H.*

***) Vergl. S. 165.

8. In eben diesem Zustande berühre man die beiden Haken der Batterie unmittelbar mit angefeuchteten Fingern, so wird dieses nur einzelne Zuckungen verursachen. Diese folgen aber geschwinder und mit mehrerer Stärke auf einander, wenn der Silberhaken, mittelst des Stäbchens *B*, in der rechten Hand, berührt wird. Dieses wäre also eine Verstärkung und hätte Aehnlichkeit mit dem ersten Leiter der Electrisir-Maschine oder der Bewaffnung eines Magnets. *)

Noch bemerke ich, dass die beiden Haken meiner Batterie anderthalb Zoll aus der Säule herausgehn. — Uebrigens ist das Resultat dieser Versuche an mir und andern so oft und lange geprüft worden, dass ich für die Richtigkeit meiner Beobachtungen stehen kann.

---

5. *Von Herrn C. W. Böckmann.*

Carlsruhe am 26en Jan. 1801.

— — Eine Menge anderer Arbeiten, so wie der Wunsch unsrer fürstlichen Familie und anderer hiesigen Naturfreunde, die interessanten Erscheinungen *der Voltaischen Batterie* zu sehen, hielten mich bisher ab, neue Versuche mit ihr anzustellen. Zu meinen neulichen Beobachtungen, (S. 244,) will ich indess noch einige nachtragen, die wenigstens für mich ganz neu waren.

*) Vergl. S. 165 und 180. d. H.

Mit einer Batterie von 80 Lagen *Zink*, *Silber* und mit Salzwasser angefeuchtetem *wollenen Tuche*, die unten mit Silber anfing und sich oben mit Zink endigte, und gut isolirt war, stellte ich folgende Versuche an. Ich leitete von der Zinkplatte einen Eisendraht herab in eine mit Quecksilber gefüllte Glasschale. Da ich nun einen andern Eisendraht, der mit dem Silberstücke, (einem Laubthaler,) verbunden war, mit dem Quecksilber in Berührung brachte, sah ich einen *schönen, kleinen electrischen Funken*, von *bläulich-grüner* Farbe, beinahe wie der einer kleinen schwach geladnen Verstärkungsflasche. Dieser Funke war rund, und hatte etwa 0,2 oder 0,3 Linien im Durchmesser. So oft jene Berührung erneuert wurde, erschien auch ein solcher Funken.

Da ich umgekehrt den Draht von der Silberplatte in das Quecksilber leitete, in dasselbe einen andern Draht setzte, und mit seinem Ende die oberste Zinkplatte berührte, erfolgte ein *überaus schöner Funken*, der sich vom vorigen *wesentlich* unterschied. Es war nämlich eine Art *Funkensprühen*, wie wenn mit Stahl und Stein Feuer geschlagen wird, *) oder wie im Grossen das Verbrennen einer

*) Also ganz die Art von Funken, die ich an einer Säule aus 45 Lagen von so vorzüglicher Schönheit erhielt, (S. 166,) so wie die ersten, die Herr *B.* aus der Drahtspitze lockte, mit den S. 164 und 169, und von Hrn. Pfaff S. 249 beschriebnen, überein zu stimmen scheinen. *d. H.*

Uhrfeder in reinem Sauerstoffgas. Die Farbe dieser Funken war *feuerroth*; sie sprühten oft 3 bis 5 Linien weit aus, und man hörte öfters eine Art von *Knistern*. — Wenn ich recht genau von der Seite beobachtete, so sah ich öfters in dem feuerrothen Funkensprühen auch zugleich jenen kleinen bläulich-grünen Funken, den ich zuerst beschrieb. So viel ich bemerkte, erfolgte das Funkensprühen schon, als ich den Eisendraht der Zinkplatte bis auf ½ oder 1 Linie näherte, *) und jener kleine brillantirende Funken, mit rothem Feuer umgeben, erst dann, als sich bei fortgesetzter Annäherung der Zink und der Eisendraht berührten.

Einen solchen sprühenden Funken erhielt ich aber auch an der 2ten, 3ten bis 5ten Zinkplatte von oben herab, allein er ward immer schwächer. **)

Je spitzer die Drähte sind, desto schöner werden die Funken; ***) auch darf das Eisen oder die Zinkplatte nicht oxydirt seyn.

Es scheint mir, dass vorzüglich Eisendrähte zu diesen Versuchen geschickt sind; sie gelangen mir

*) Dies würde meiner Beobachtung, S. 167, deren Genauigkeit ich mir bewusst bin, widersprechen, und wünschte ich daher von Herrn Böckmann selbst verificirt zu sehn. *d. H.*

**) Vergl. S. 168. *d. H.*

***) Ich erhielt sie nicht aus den Spitzen, sondern aus den Seiten der Drähte. Vergleiche S. 168. *d. H.*

wenigstens mit Messing- oder Golddraht nicht so gut *).

Die Entstehung dieser Funken hat die gröfste Aehnlichkeit mit der Entladung einer electrischen Batterie. Gleich nach dem Funken scheint die Voltaische Batterie öfters entladen zu seyn, und man muſs 30 Sekunden oder 1 Minute warten, um wieder einen *schönen* Funken zu erhalten. Nach 2, 3 und mehrern Minuten Ruhe sind dieselben um so gröſser und schöner **).

Der feuerrothe Funken scheint + E und der bläulich-grüne — E zu seyn ***).

Im *Wasser*, anstatt Quecksilber, erfolgte *kein sichtbarer Funken*: wenn ich aber Golddrähte anstatt Eisen gebrauchte, den vom Silber in eine Schale mit Wasser leitete, und den vom Zink herabgehenden allmählig in Berührung mit der Wasserfläche brachte, so sah ich, im Augenblicke der Berührung, jedesmahl eine *schaumartige Gasentbindung*; wahrscheinlich vertheilt sich die electrische Materie hier sogleich, indem sie aufs Wasser wirkt und solches vermuthlich zerlegt.

Wenn ich die beiden Golddrähte in ein Gefäſs mit Wasser leitete, so erfolgte die bekannte Gasent-

*) Vergl. S. 168. *d. H.*

**) Vergl. S. 170 und 171. *d. H.*

***) Eine Annahme, die mir mit meinen oben beschriebnen Beobachtungen nicht zu bestehn scheint. *d. H.*

bindung; so wie ich aber zwischen eine der Lagen, woraus die Batterie besteht, eine *Glasscheibe* legte, hörte augenblicklich die Gasentbindung, und überhaupt die Wirksamkeit der Voltaischen Batterie auf; sie kam aber augenblicklich wieder in Thätigkeit, als ich die Glasscheibe wegnahm.

Es scheint mir indessen, dass die *Isolirung der Batterie nicht so wesentlich nothwendig* sey; oft triefte das Salzwasser an den Lagen und an dem Isolement herab, und dennoch wirkte dieselbe fort. Ja, dies fand noch dann statt, als ich die verschiednen Lagen mit der Hand, oder mit Metall, z. B. Zink, berührte.

Wenn ich die Golddrähte in Salzwasser leitete, war die Wirkung der galvanischen Electricität stärker als in reinem Wasser.

Am bequemsten kann man die Erschütterungsversuche u. s. w. anstellen, wenn man die Golddrähte in 2 Schalen mit reinem Wasser, besser Salzwasser, leitet. Taucht man die nassen Finger gleichzeitig in diese beiden Schalen, so erhält man ziemlich unangenehme Erschütterungen, die sich um so weiter fortpflanzen, je allgemeiner die Hand nass war. Auch die Versuche mit den Empfindungen und Lichterscheinungen, die an den Lippen, im Munde, an den Augen u. s. w. erfolgen, wenn die galvanische Kette geschlossen wird, können in jenen beiden Schalen bequem angestellt werden. Man taucht nämlich in die eine Schale den Finger, in die andere einen Zinkdraht und berührt mit dessen

Endſpitze die Lippe, Zunge u. ſ. w. Iſt auf dieſe Art die Kette gewiſſermaſsen geſchloſſen, ſo ſieht man öfters an den Drähten in jenen beiden Schalen die Gasentbindung beginnen.

Waren beide Golddrähte in einer mit Salzwaſſer gefüllten Glasſchale, ſo ging die Gasentwickelung, ſo viel ich mich erinnere, nur an Einem Drahte heftig vor ſich. Nahm ich die Spitze des einen Golddrahts heraus, ſo ward ſie augenblicklich *weiſs* oxydirt, oder wenigſtens mit einem weiſsen Ueberzuge überzogen; ſo wie ich ſie aber wieder hineintauchte, erſchien ſie auffallend *ſafrangelb.* Da ich dieſe Beobachtung nicht aufſchrieb, ſo weiſs ich nicht, ob es der Draht vom Zink oder der vom Silber war; jeder kann dieſe Erfahrung aber gleich wiederhohlen. — Der Golddraht iſt von 22karätigem Golde; ich ſah denſelben zu Zeiten etwas orangegelb, oder weiſs, oder ſchwarz oxydirt, je nachdem der Verſuch in Waſſer oder Salzwaſſer angeſtellt ward, u. ſ. w. Waren jene Drähte in der Schale mit Salzwaſſer, ſo bemerkte man einen *auffallenden Geruch,* der Aehnlichkeit mit dem der *ſalpetrigen Säure,* oder gewiſſermaſsen auch mit dem der *Salzſäure,* (überſauren Salzſäure,) hatte. Die Entſtehung des letztern könnte man durch eine Zerlegung des Kochſalzes erklären, indem dann die ſalzige Säure ſich durch das an einem Drahte entſtehende Sauerſtoffgas in Salzſäure verwandelt; denn ſo viel ich mich erinnere, ſtieg bei dieſem Geruche nur an *einem* Drahte Gas auf. — Ich mach-

te ferner die Bemerkung, daſs bei dergleichen Verſuchen die Golddrähte *ſehr mürbe* und *zerbrechlich* werden. — Da ich nun dieſe Drähte nicht mehr zwiſchen die Laubthaler an der Batterie lege, um ſie feſtzuhalten, ſondern an kleine Häkchen einhänge, ſo bemerke ich auch keine ſolche *allgemeine ſchwarze Oxydation* mehr an dem erſten oder letzten Silberſtücke, wovon ich bereits Nachricht gegeben habe, und welches ich ſonſt beobachtet hatte.

Dies iſt eine flüchtige Darſtellung eines Theils meiner bisherigen Verſuche und Erfahrungen, die ich bei nächſter Muſse fortzuſetzen denke, und wovon ich Ihnen zu ſeiner Zeit umſtändliche Nachricht ertheilen werde. Ich wünſchte ſehr, daſs wir bald ſo weit kommen möchten, um von den *wichtigen Phänomenen der Voltaiſchen Batterie befriedigende Erklärungen* geben zu können. — Möchten doch die Phyſiker zuerſt einen groſsen Schatz von richtigen Erfahrungen über dieſen, weite Ausſichten für die Naturkunde eröffnenden, Gegenſtand ſammeln, und ſich erſt dann mit dem Entwurfe einer Theorie beſchäftigen; wir würden gewiſs dadurch am ſchnelleſten zum gewünſchten Ziele gelangen!

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1801, DRITTES STÜCK.

I.

Nicht geglückte Versuche, die Salzsäure durch Electricität zu zersetzen,

von

Will. Henry

zu Manchester. *)

So lange noch einige Säuren für uns unzersetzbar sind, ist nicht nur die Lehre von der Bildung der Säuren, die einen Hauptpunkt im Systeme der neuern Chemie ausmacht, nur unvollständig bewie-

*) Ins Kurze zusammengezogen aus den *Philosophical Transactions of the Roy. Soc. of London for* 1800, p. 188 seqq. Was die Zersetzung der Salzsäure betrifft, so ist, wie sich aus diesem Aufsatze zeigt, Blagden's vorläufige Nachricht in einem Briefe an Berthollet in den *Annalen der Physik*, V, 459, gänzlich unrichtig, obschon sie vielleicht das zufällige Verdienst hat, Berthollet's scharfsinnige Vermuthungen über das Radikal der Salzsäure, (*Annalen der Physik*, VI, 427,) veranlasst zu haben. *d. H.*

fen, fondern auch eine Menge einzelner Facta müffen unerklärt bleiben. Mir ist auch nicht Eine Erfahrung bekannt, welche uns über die Beftandtheile der Salzfäure den mindeften Auffchlufs gäbe.*) Bei Verfuchen, fie zu zerfetzen, kann uns daher lediglich Analogie leiten.

Die erfte Sorge bei Zerfetzung eines Stoffs mufs dahin gehn, ihn fo rein als möglich, und frei von allen Beimifchungen darzuftellen, welche die chemifche Analyfe ungewifs machen könnten, obfchon fich diefes felten fo ganz bewerkftelligen läfst. Deshalb ist die Salzfäure im Zuftande tropfbarer Flüffigkeit zur chemifchen Analyfe gänzlich ungefchickt; denn fie fey noch fo concentrirt, fo enthält fie in diefem Zuftande noch immer einen beträchtlichen Antheil Waffer, welches, aufser der Ungewifsheit, die es in die chemifche Zerlegung bringt, auch die Einwirkung brennbarer Stoffe auf die Säure verhindert, indem diefe Stoffe leichter den Sauerftoff aus dem Waffer als aus den Säuren an fich ziehn. Nur in

*) Der Lefer wird fich aus Berthollet's *Bemerkungen über das Radikal der Salzfäure*, (*Annalen*, VI, 427,) der *von Humboldtfchen* und *Cavendifhen* Erfahrungen von Umbildungen der Schwefelfäure und der falpetrigen Säure in Salzfäure erinnern, worauf Berthollet feine Vermuthung bauet: das Radikal der Salzfäure *fey eine dreifache Verbindung von Sauerftoff, wenig Wafferftoff und fehr viel mehr Stickftoff.* Henry fcheinen diefe Erfahrungen unbekannt geblieben zu feyn. *d. H.*

Gasgestalt läſst ſich daher die Salzſäure gehörig zerlegen, und zwar ſuchte ich dieses in folgenden Verſuchen durch *Electricität* zu bewirken, die dabei jedem künſtlichen Feuer bei weitem vorzuziehen iſt. Das Gas läſst ſich dabei nicht nur gänzlich ſperren, jeder Umſtand während des Verſuchs beobachten, und das erhaltne Produkt mit dem anfänglichen Gas aufs genaueſte vergleichen; ſondern die Electricität ſelbſt iſt auch ein ausnehmend mächtiges Zerſetzungsmittel, da ſie, wie wir wiſſen, die Beſtandtheile des *Waſſers*, der *Salpeter*- und der *Schwefelſäure*, des *Ammoniaks*, des *Salpetergas*, und verſchiedner andrer Körper, deren Beſtandtheile aufs innigſte vereinigt ſind, von einander zu trennen vermag.

1. *Electriſche Verſuche mit ſalzſaurem Gas, und deſſen Miſchungen mit nicht-brennbaren Gasarten.*

Das zu electriſirende Gas wurde in folgenden Verſuchen ſtets über Queckſilber in einer geraden Glasröhre geſperrt, deren zugeſchmolznes Ende mit einem Gold- oder einem Platindrahte, meiſtens mit letzterm, armirt war. Ich lieſs Schläge, ſo ſtark ſie die Röhre, ohne zu zerſpringen, nur zulieſs, durchgehn; aller angewandten Vorſicht ungeachtet zerſprangen mir dabei viele Röhren. Ein *Maaſs* Gas nimmt den Raum 1 Grans Queckſilber ein. *)

*) Vergl. Henry's electriſche Verſuche mit Kohlenſtoff-Waſſerſtoffgas in den *Annalen der Phyſik*, II, 194. *d. H.*

Nach 20 bis 30 Schlägen hatte sich das salzsaure Gas in der Röhre beträchtlich vermindert, und diese von innen mit einem weissen Niederschlage belegt, der die Durchsichtigkeit der Röhre hinderte. In einigen Versuchen waren die Raumverminderung und der Niederschlag viel beträchtlicher als in andern; besonders auffallend, wenn das gleich anfangs beim Aufgiessen der Schwefelsäure auf das Kochsalz sich entbindende Gas noch warm electrisirt wurde. Hiervon verminderten sich 307 Maass durch 20 Schläge bis auf 227, indess das Gas, das sich aus denselben Materialien, nachdem sie schon einige Stunden auf einander eingewirkt hatten, entwickelte, dadurch höchstens um $\frac{1}{12}$ Verminderung litt. Diese Wirkung schien mir daher von vorhandener Feuchtigkeit herzurühren, *) und in der That wurde salzsaures Gas, das ich eine Woche lang über salzsaurer Kalkerde, die nach dem Schmelzen so eben erst abgekühlt war, hatte stehn lassen, durch Electricität fast gar nicht verringert. Der Niederschlag blieb zwar nicht ganz weg, war aber viel unbedeutender. Er war nicht, gleich ätzendem Sublimat, in Wasser auflöslich, sondern hatte alle Eigenschaften des weniger gesättigten Quecksilbersalzes, Calomel. Offenbar hatte sich also das Quecksilber, womit das Gas gesperrt war, oxydirt, und

*) Auch daher, weil das zuerst sich entbindende Gas mit der atmosphärischen Luft der Gefäfse am meisten vermischt ist. Siehe Versuch 6. *Henry.*

höchst wahrscheinlich verband sich ein Theil des Gas mit diesem Oxyd, und daher rührte die Raumverminderung. Ob aber der Sauerstoff aus dem Gas herrührte, oder aus chemisch damit verbundnem Wasser, das liefs sich nur durch Versuche erforschen.

Versuch 1, 2. Ich liefs durch 1457 Maafs salzsaures Gas 300 electrische Schläge gehn, und brachte dann das Gas mit Wasser in Berührung. Dieses verschluckte das Gas bis auf 100 Maafs, die sich ganz als Wasserstoffgas zeigten. — Eben so liefs ich durch 176 Maafs salzsaures Gas, das über salzsaurer Kalkerde getrocknet war, 120 Schläge gehn. Nach dem Zulassen von Wasser blieben 11 Maafs Wasserstoffgas, d. i. mehr als 6 Procent übrig. — Hieraus und aus andern Versuchen zeigte sich offenbar, dafs das salzsaure Gas über salzsaurem Kalke nicht vollkommen zu trocknen ist. — Nicht minder blieb das salzsaure Gas, welches ich aus einzeln calcinirtem und dann vermischtem Alaun und Kochsalz, aus einer Retorte in eine irdene Vorlage übertrieb, noch immer mit Feuchtigkeit geschwängert, wie es die Erzeugung von Wasserstoffgas beim Electrisiren bewies.

Versuch 3, 4. Da ich in den vorigen Versuchen bemerkt hatte, dafs die Raumverminderung des salzsauren Gas beim Electrisiren seine Gränze hat, über die es hinaus durch fernere Schläge, auch wenn man es in eine andere Röhre bringt, sich nicht weiter vermindern läfst; so schien es mir interessant

auszumachen, ob die Erzeugung des Wasserstoffgas an dieselben Grenzen gebunden sey. Wäre dies der Fall, so war es wahrscheinlich, daſs das Wasserstoffgas vom beigemischten Wasser herrührte, und dieses dann ganz zersetzt war. Rührte es dagegen aus einer Zersetzung der Säure her; so müſste es an keine Gränzen gebunden seyn, sondern sich, so lange noch Salzsäure vorhanden war, daraus durch Electrisiren abscheiden lassen. — Ich lieſs daher durch zwei bekannte Mengen salzsaures Gas, durch die eine 200, durch die andere 400 Schläge gehn. Beide wurden dadurch völlig in einerlei Verhältniſs vermindert. Offenbar ist also das Wasserstoffgas, das sich durh das Electrisiren bildete, nicht einer Zersetzung der Säure, sondern der Zersetzung des dem Gas innigst beigemischten Wassers zuzuschreiben.

Versuch 5, 6. Die folgenden Versuche scheinen zu beweisen, daſs die Electricität nicht bloſs das beigemischte Wasser zersetzt, sondern auch eine Verbindung des Sauerstoffs desselben mit der Säure bewirkt. Eine Mischung aus 143 Maaſs *salzsaurem Gas*, und 116 Maaſs *atmosphärischer Luft*, verminderte sich durch 30 Schläge bis auf 111 Maaſs. Der Rückstand war salzsaures Gas, Stickgas und sehr wenig Sauerstoffgas. Dabei war ein Niederschlag von derselben Art als in den vorigen Versuchen, nur in viel gröſserer Menge erfolgt. — Dieselbe Erscheinung, nur noch viel merklicher, gab beim Electrisiren eine Mischung von *salzsaurem Gas* und *Sauerstoffgas*. Die Gasverminderung dauerte, bis

das Queckfilber bis zum Platindraht hinauf geftiegen war, und bei jedem Schlage zeigte fich in der Röhre eine weifse Wolke, die einen Niederfchlag, ganz von denfelben Beftandtheilen als der vorige, bildete. — *Salzfaures Gas* und *Salpetergas* gaben electrifirt ganz etwas ähnliches.

Verfuch 7, 8, 9. Um zu fehn, ob das Queckfilber auf den Erfolg diefer Verfuche Einflufs habe, wiederhohlte ich fie in einer von Cuthbertfon verfertigten, an beiden Seiten mit eingeriebnen Glasftöpfeln verfehnen Glasröhre. Die Glasftöpfel find durchbohrt, und Platindrähte durch fie geführt, fo dafs ihre Enden in der Röhre $\frac{1}{2}$ Zoll von einander abftehn, und jede Gasmifchung in diefer Röhre nur mit Glas und Platin in Berührung ift. — In ihr electrifirte ich falzfaures Gas, und liefs dann Lackmus-Tinctur hinzu. Das augenblickliche Röthen derfelben war ein Beweis, dafs fich *oxydirtes falzfaures Gas* gebildet hatte. In der Röhre war nicht der mindefte Niederfchlag fichtbar. — Völlig daffelbe erfolgte, wenn eine Mifchung von falzfaurem Gas mit atmofphärifcher Luft, oder mit Sauerftoffgas in der Röhre electrifirt wurde, fo dafs auch in diefen Fällen fich *oxydirtes falzfaures Gas* erzeugte. — Dies beweift, dafs wirklich das electrifche Fluidum als ein Aneignungsmittel zur chemifchen Vereinigung der Salzfäure mit Sauerftoff wirkt, ohne dafs dem Queckfilber hierbei eine Mitwirkung beizulegen ift.

Durch alle diese Versuche war ich, wie man sieht, in der Zerlegung der Salzsäure nicht um einen Schritt weiter gekommen. Ich rief daher jetzt die brennbaren Gasarten zu Hülfe.

2. *Electrische Versuche mit Mischungen aus salzsaurem Gas und brennbaren Gasarten.*

Aus meinem electrischen Versuche mit *Kohlenstoff-Wasserstoffgas* *) erhellt, dass, wenn man electrische Schläge wiederhohlt durch dieses Gas in einem eingeschlossnen Raume gehn lässt, das im Gas aufgelöste Wasser durch den Kohlenstoff zersetzt wird, wobei sich kohlensaures Gas bildet, und neues Wasserstoffgas entsteht, wodurch der anfängliche Rauminhalt des Kohlenstoff-Wasserstoffgas sich beträchtlich vermehrt. Die Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Sauerstoffe wird hier durch das electrische Fluidum viel kräftiger und wirksamer gemacht, und ich habe späterhin gefunden, dass auch andere oxydirte Stoffe zersetzt werden, wenn man sie mit Kohlenstoff-Wasserstoffgas gemischt, electrisirt. So z. B. Salpetergas, welches Kohlensäure und Stickgas giebt.

Da auch die Salzsäure allem Vermuthen nach ein oxydirter Körper ist, und unter allen bekannten Stoffen der Kohlenstoff die gröſste Verwandtschaft zum Sauerstoffe hat, so hatte ich schon mehrmahls, und zuletzt noch in Gesellschaft des Herrn

*) *Annalen der Physik*, II, 194. *d. H.*

Rupp versucht, die Salzsäure beim Uebertreiben über glühende Kohlen zu zersetzen. Es erzeugte sich dabei eine ungeheure Menge Wasserstoffgas, die uns von einer Wasserzersetzung herzurühren schien. Doch misfiel uns beiden die Schwierigkeit und die Ungewissheit bei diesem Verfahren. — Ich schritt daher nun um so lieber zum Electrisiren eines Gemisches von salzsaurem Gas und Kohlenstoff-Wasserstoffgas, wobei ich die gröſste Aufmerksamkeit auf alle Umstände verwandte.

Versuch 10, 11. Um das Kohlenstoff-Wasserstoffgas völlig wasserleer zu machen, sperrte ich es eine Woche lang über gebrannten Kalk, den ich noch ganz warm hineinbrachte. Durch 130 electrische Schläge dehnten sich 186 Maaſs dieses Gas bis auf 211, das ist, etwa um $\frac{1}{8}$ seines Rauminhalts aus. — Ich mischte nun 84 Maaſs solches Gas mit 116 Maaſs salzsauren Gas, das gleichfalls über salzsaurer Kalkerde getrocknet war. Nach 120 Schlägen hatte sich die Mischung etwas ausgedehnt, und nachdem ich ein oder zwei Tropfen Wasser hinzugelassen hätte, verminderte sie sich bis auf 91 Maaſs. Folglich hatte sich die Menge des vom Wasser nicht verschluckbaren Gas um 7 Maaſs vermehrt, d. h. um so viel, als sich vom salzsauren Gas allein erwarten lieſs.

Versuch 12, 13, 14. Von trockenem Kohlenstoff-Wasserstoffgas wurden 83 Maaſs mit 89 Maaſs salzsaurem Gas gemischt. Nach 200 Schlägen lieſs ich Wasser zu, und es blieben 101 Maaſs Rückstand,

so dafs dieses mit dem Waffer fich nicht vermischende Gas fich um 18 Maafs vermehrt hatte. Der Zersetzung des Waffers im salzsauren Gas laffen fich 6, der im Kohlenstoff-Wafferstoffgas 10 dieser Maafse zuschreiben; es bleiben alfo nur noch 2 Maafs, die allenfalls durch Zersetzung der Salzfäure entstanden seyn könnten, welches hierfür aber viel zu wenig ift.

Eine Menge ähnlicher Versuche überzeugte mich, dafs auch auf diesem Wege kein Schritt in der Zersetzung des falzsauren Gas vorwärts zu thun war. Das Electrisiren dieses Gas mit dem Kohlenstoff-Wafferstoffgas bewirkte nichts mehr, als dafs das in beiden Gasarten aufgelöste Waffer, unter Beihülfe des Kohlenstoffs in letzterm, zersetzt wurde; und war dieses vollständig geschehn, so hatte ein ferneres Electrisiren weiter keine Wirkung. Dafs fich aber hierbei wirklich Kohlenfäure bildete, liefs fich daraus abnehmen, dafs der Rückstand des electrisirten Gasgemisches, nachdem ein Waffertropfen das falzsaure Gas daraus absorbirt hatte, eine Auflösung von reiner Schwererde in Waffer trübte.

Versuch 15, 16, 17. Da es indefs aus den Versuchen zu erhellen schien, dafs fich durch fortgesetztes Electrisiren eine Gasart ganz wafferfrei machen laffe, so wurden beide Gasarten zuvor einzeln electrisirt, und zwar liefs ich durch das Kohlenstoff-Wafferstoffgas 400, durch das falzsaure Gas 200 Schläge gehn. Darauf vermischte ich 212 Maafs vom erstern, mit 232 Maafs vom letztern, und fuhr

mit dem Electrisiren fort, bis 800 Schläge hindurch gegangen waren. Dabei litt die Mischung des Gas nicht die mindeste Veränderung; vom salzsauren Gas war nicht mehr verschwunden, als durch das erste Electrisiren, und es hatte sich ferner kein permanentes Gas gebildet. — Dasselbe Resultat gab ein Gemisch von 280 Maass Kohlenstoff-Wasserstoffgas, durch das 600, und von 114 Maass salzsaurem Gas, durch das 400 Schläge gegangen waren. Das fortgesetzte Electrisiren desselben bis zu 100 Schlägen führte auch nicht um einen Schritt in der Zersetzung des salzsauren Gas weiter.

Versuch 18. Nachdem ich Kohlenstoff-Wasserstoffgas so lange electrisirt hatte, dass alle Feuchtigkeit darin zersetzt seyn musste, liess ich ein paar Tropfen trocknes Ammoniakgas hinzu, um daraus alle beim Electrisiren entstandne Kohlensäure an sich zu ziehn. Das übrig bleibende Gas leitete ich in eine andere Röhre, vermischte es mit lange electrisirtem salzsauren Gas, und liess durch beide aufs neue electrische Schläge gehn, um zu sehn, ob auch aus diesem aller Feuchtigkeit und aller Kohlensäure beraubten Gasgemische, sich beim Electrisiren Kohlensäure entbinden würde. Da ich es aber wie vorhin untersuchte, wurde das Schwererdewasser auch nicht im geringsten getrübt.

3. *Folgerungen.*

Aus diesen Versuchen ziehe ich folgende Schlüsse:

1. Das *ſalzſaure Gas* enthält ſelbſt im trockenden ſten Zuſtande, in welchem wir es uns verſchaffen können, einen Antheil von Waſſer. Aus den erſtern Verſuchen finde ich durch Rechnung, daſs 100 Kubikzoll ſalzſaures Gas, die über ſalzſaurem Kalk getrocknet worden waren, doch noch 1,4 Gran Waſſer enthielten.

2. Läſst man electriſche Schläge durch dieſes Gas gehn, ſo zerſetzen ſie das darin aufgelöſte Waſſer. Der Waſſerſtoff kömmt in Verbindung mit der electriſchen Materie als *Waſſerſtoffgas* zum Vorſchein, und der Sauerſtoff des Waſſers verbindet ſich mit der Salzſäure; und iſt dieſe mit Queckſilber in Berührung, ſo bildet ſie dann damit ſalzſaures Queckſilber.

3. Die Electricität wirkt als ein Aneignungsmittel bei dieſer Vereinigung des Sauerſtoffs mit Salzſäure.

4. Der wirkliche Antheil Säure im ſalzſauren Gas leidet durch Electricität nicht die mindeſte Zerſetzung.

5. Gehn electriſche Schläge durch eine Miſchung von *Kohlenſtoff-Waſſerſtoffgas* und *ſalzſaurem Gas*; ſo zerſetzen ſie das Waſſer, welches beide erhalten, unter Mitwirkung des Kohlenſtoffs, und es bilden ſich *Waſſerſtoffgas* und *kohlenſaures Gas*.

... alles Waſſer beider Gasarten, entweder ... Wege, oder indem man ſie einzeln vor

ihrer Vermischung hinlänglich electrisirt, völlig zersetzt, so wirkt ein fortgesetztes Electrisiren auf beider Mischung nicht weiter.

7. Da nun der Kohlenstoff, der so offenbar unter den günstigsten Umständen versetzt ist, um, durch seine Verwandtschaft zum Sauerstoffe, diesen der Salzsäure zu entziehn, dieses nicht vermag; so muss man schliessen, dass, falls die Salzsäure ein oxydirter Stoff ist, ihr Radikal eine stärkere Verwandtschaft zum Sauerstoffe hat, als selbst der Kohlenstoff.

Das gänzliche Missglücken dieser Reihe von Versuchen hatte mich anfangs zu dem Entschlusse gebracht, sie zu unterdrücken. Nach reiflicher Erwägung hatte ich noch am ersten von ihnen einen glücklichen Erfolg erwartet, und von ihrer Mühseligkeit, (nicht ein Drittel der wirklich angestellten habe ich erwähnt,) kann sich niemand einen Begriff machen, als wer sie selbst anzustellen versucht hat. Indess glaube ich doch durch die Bekanntmachung derselben nützlich zu werden, da sie theils manchem erfolglose Versuche ersparen dürften, theils nebenher auf interessante Thatsachen führten. Ich gebe nun alle Hoffnung auf, dass sich die Salzsäure je werde auf dem Wege einfacher Wahlverwandtschaft zerlegen lassen, und vermuthe, dass ihr Radikal irgend ein noch unbekannter Stoff ist, da keiner der uns bekannten brennbaren Stoffe den Sauerstoff zurück zu halten vermag, wenn Kohlenstoff, vereint

mit Electricität, oder in einer hohen Temperatur auf ihn wirken. *)

*) Vermuthlich würde Henry dieses auch gegen Berthollet's Hypothese, dass das Radikal der Salzsäure aus Sauerstoff, wenig Wasserstoff und viel Stickstoff bestehe, urgiren. Dass auch durch Galvanismus die Salzsäure unzerlegbar ist, zeigt Henry in seinem Aufsatze in den *Annal.*, VI. 371. Indess macht folgende Erfahrung, die im *Journal de Physique*, t. 8, p. 309, aus einem Londner Briefe mitgetheilt wird, und die Berthollet noch nicht kannte, es immer mehr wahrscheinlich, dass das Radikal der Salzsäure kein einfacher Stoff ist. „Man hatte“, erzählt dieser Brief, „2 Drachmen angefeuchteter *Eisenfeilspäne* in 22 Unzen destillirtes Wasser, das mit *Schwefel-Wasserstoffgas* geschwängert war, gebracht. Daraus entwickelten sich innerhalb 5 Tage 12 Kubikzoll, (*onces cubes*, wohl nur ein Druckfehler für *pouces cubes*,) brennbarer Luft. Als man 6 Unzen der durchsichtigen Flüssigkeit bis zur Trockenheit abdampfte, erhielt man einen aus *Eisen* und *oxydirter Salzsäure* bestehenden Rückstand, (*du muriate oxygéné de fer*,) welcher an der Luft Feuchtigkeit an sich zog. Mit *Schwefelsäure* braufste dieser Rückstand ziemlich lebhaft auf, und zugleich entwickelte sich eine Wolke *oxydirter Salzsäure*, die durch Geruch und Reagentien leicht zu erkennen war.“ Bei Erklärung dieses Versuchs nach Berthollet's Hypothese, möchte es am schwierigsten seyn, anzugeben, woher hier der Stickstoff gekommen sey, der nach ihr im Radikal der Salzsäure in Menge vorhanden seyn soll. Doch nicht aus dem Schwefel?“ *d. H.*

ANHANG.

Wirkung der Electricität auf flussspath-saures und kohlensaures Gas.

Auch mit *flussspathsaurem Gas* habe ich ähnliche Versuche, als mit dem salzsauren Gas angestellt. Einzeln in einer mit Wachs bekleideten Glasröhre electrisirt, vermindert es sich, und läſst bei der Untersuchung einen Rückstand von *Wasserstoffgas.* Aber weder auf diese Art, noch durch Electrisiren mit Kohlenstoff-Wasserstoffgas, wurde irgend etwas in der Zersetzung desselben gewonnen. Doch machten es diese Versuche wahrscheinlich, daſs das *fluſsspathsaure Gas,* gleich dem salzsauren Gas, einer fernern Oxydirung fähig ist, in welchem Zustande es das Queckſilber angreift.

Dagegen scheint das *kohlensaure Gas nicht zweier verschiedner Grade von Oxydirung fähig zu seyn.* *) Wiederhohlte electrische Schläge, die hindurch gehn, vermehren die Ausdehnung desselben, und erzeugen ein permanentes Gas, welches offenbar aus einer Mischung von Wasserstoffgas und kohlensaures Gas besteht, weil, wenn das übrige kohlensaure Gas davon durch kaustisches Kali geschieden ist, ein electrischer Funke es zum Detonniren bringt. Dieser

*) Eine für die Natur des Diamanten und anderer gröſstentheils aus Kohlenstoff bestehender Körper höchst wichtige Sache. Vergl. *Annalen,* II, 466. *d. H.*

Erfolg zeigt ſich ſelbſt beim Electriſiren von kohlenſaurem Gas, das durch Deſtillation in einer irdnen Retorte aus Marmor entwickelt wird, den man zuvor, um ihn recht zu trocknen, in einer ſchwachen Rothglühehitze calcinirt hat. Zwar haben **Landriani** und **van Marum** durch das Electriſiren aus dem kohlenſauren Gas lediglich Waſſerſtoffgas erhalten; *) da aber der Leiter ihres Apparats aus Eiſen beſtand, ſo erklärt ſich dieſes leicht aus der Oxydirung des Eiſens, wobei kein Sauerſtoff erſcheinen konnte. In allen meinen obigen Verſuchen bediente ich mich des Platins zum Leiter.

*) *Annales de Chimie*, t. 2, p. 270. *Henry.*

II.

NEUE VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN

über

den Einfluſs des galvaniſchen Agens auf das Pflanzenleben und auf Infuſionen von vegetabiliſchen Subſtanzen,

von

G. R. Treviranus

Profeſſor der Phyſik zu Bremen.

Als ich im verwichnen Sommer mit der Fortſetzung meiner, im zweiten Stücke von Pfaff's und Scheel's Archiv der nordiſchen Natur- und Arzneiwiſſenſchaft bekannt gemachten, Verſuche über den Einfluſs des galvaniſchen Agens auf das Pflanzenleben beſchäftigt war, ging es mir, wie ſchon manchem Forſcher: ich entdeckte auſser dem, was ich wiſſen wollte, auch noch etwas, das ich nicht ſuchte, und welches vielleicht wichtiger, als das Geſuchte war. Ich fand nicht nur meine ehemahlige Beobachtung, daſs die ſexuellen Pflanzen, gleich den Thieren, für den Galvanismus empfänglich ſind, beſtätigt, ſondern ich erhielt auch augenſcheinliche Beweiſe von der Einwirkung des galvaniſchen Agens auf die Erzeugung und Fortpflanzung der Prieſtleyiſchen grünen Materie und des Schimmels; und, was noch mehr iſt, ich entdeckte zufällig bei dieſen Unterſuchungen ein Mittel, die galvaniſche Action auf eine ähnliche Art ſinnlich darzu-

stellen, wie sich die Wirkungen der Electricität durch ein mit dem Knopfe einer geladnen Flasche bemahltes, und mit Harzstaube bestreutes Electrophor bemerkbar machen lassen. Die Versuche, worauf sich diese Erfahrungen gründen, sind folgende:

Erster Versuch. Ich warf in drei fayencene Teller, die mit einer gleichen Quantität von einerlei Brunnenwasser angefüllt waren und an einerlei mittelmäfsig hellem Orte standen, eine gleiche Menge Kressenkörner, und hing über No. 1 eine cylindrische Zinkstange und ein Kupferblech, die mit dem einen Ende an einander befestigt waren, dergestalt auf, dafs die beiden übrigen etwa 2 Zoll von einander abstehenden Enden auf den Boden des Gefäfses reichten. Der Durchmesser der Zinkstange betrug etwa 2 Linien, die Breite des Kupferblechs 4 Linien. Ueber No. 2 wurde auf die nämliche Art ein bloses, ebenfalls 4 Linien breites Kupferblech aufgehangen. No. 3 blieb unbewaffnet.

Vier Stunden nachher hatten sich um die nach dem Kupfer und nach dem Lichte hin gekehrten Seiten des Zinks *Strahlen* erzeugt, wovon die nach dem Kupfer gerichteten die längsten waren. Auf der von dem Lichte weggewandten Seite des Zinks fanden sich keine Strahlen, und so auch keine weder um das Kupfer in No. 1 und No. 2, noch in No. 3.

Am folgenden Tage fand ich aufser den divergirenden Strahlen, die sich schon gestern um die Zinkstange in No. 1 gebildet hatten, noch andere

auf der von dem Lichte weggewandten Seite derselben, welche Bogen vorstellten, die unter sich und mit der Peripherie der Stange concentrisch waren. In No. 2 und 3 zeigte sich wieder nichts Aehnliches.

Am 13ten Tage war auch der Einfluss der Metalle auf das Wachsthum der Kressenpflanzen in den drei Gefäfsen sehr auffallend. Die mittlere Grösse derer in No. 1 betrug etwa 2, die der Gewächse in No. 2 ungefähr $1\frac{1}{2}$, und die der unbewaffneten in No. 3 kaum 1 pariser Zoll, von dem obern Ende der Wurzeln an gerechnet. Merkwürdig war es auch, dass die meisten Pflanzen in No. 3 nicht Kraft genug hatten, sich über dem Wasser zu erhalten, da doch die in No. 1 und 2 alle gerade empor gewachsen waren.

Zweiter Versuch. Ich füllte zwei fayencene Teller mit einerlei Wasser, warf in jeden derselben etwa 200 Kressenkörner, legte in das Wasser des einen, (No. 1,) eine Zink- und Silberstange, und band die ausser dem Wasser befindlichen und auf dem Rande des Tellers ruhenden Enden dieser Metalle mit einem seidnen Faden an einander.

Am zweiten Tage zeigten sich folgende Erscheinungen: 1. In No. 1 hatte sich das Wasser zu den über dem Niveau desselben liegenden Theilen der beiden Metalle hinaufgezogen, doch mehr zu dem Zinke, als zu dem Silber; 2. war das Wasser in No. 1. mit einer Haut bedeckt, welche in dem Zwischenraume der beiden Metalle, und zwar nur an dieser Stelle, mit Regenbogenfarben spielte; 3. hat-

ten ſich auf dieſer Haut ſowohl um den Zink als um das Silber ähnliche divergirende Strahlen, wie im vorigen Verſuche, gebildet. Die, wovon der Zink umgeben war, breiteten ſich nach allen Richtungen aus; hingegen die, welche ſich um das Silber erzeugt hatten, gingen bloſs nach dem Zinke, und waren weit kürzer und minder zahlreich, als die erſtern.

Am dritten Tage hatten ſich die Strahlen, die ſich auf der von dem Silber weggekehrten Seite des Zinks befanden, bis nach dem Rande des Gefäſses ausgebreitet; auf der andern, nach dem Silber hin gewandten Seite hingegen ſchienen mehrere Strahlen ganz verſchwunden, und die übrigen kürzer geworden zu ſeyn. Ich goſs neues Waſſer hinzu, wodurch die Strahlen und die farbige Haut in dieſem Gefäſse gröſstentheils zerſtört wurden.

Am 9ten Tage hatten ſich in No. 1 neue Strahlen und eine neue farbige Haut erzeugt, wovon die erſtern aber weniger regelmäſsig, wie vorhin waren. Die farbige Haut verbreitete ſich über das ganze Gefäſs, doch war ſie in der Nähe der Metalle am ſtärkten. — In dem andern unbewaffneten Gefäſse war von dieſen Erſcheinungen nichts zu bemerken.

In Betreff des Wachsthums der Samenkörner in den beiden Gefäſsen beobachtete ich Folgendes. Die Körner in No. 1 gingen früher auf, als die in No. 2, die erſtern blieben aber auch in ihrem Wachsthume früher ſtehen, als die letztern. — Am 12ten Tage hatten die Kreſſenpflanzen in No. 2 eine Länge von

1½ bis 2 Zoll. Von denen in No. 1 hingegen hatten die, welche im Anfange so schnell aufschoſsen, seit 3 Tagen wenig oder nichts zugenommen, und die übrigen waren klein und krüpplig geblieben. — Am 27sten Tage hatten die Pflanzen in No. 2 noch ein schönes lebhaftes Grün; die in No. 1 hingegen fingen schon an, gelbe Blätter zu bekommen, obgleich in dieſem Gefäſse noch mehr Waſser, als in jenem, enthalten war. — Am 31sten Tage war der gröſste Theil der Pflanzen in No. 1 schon vertrocknet; die in No. 2 waren noch alle grün und gesund.

No. 2 hatte am 9ten Tage mehr Waſser verlohren, als No. 1.

Dritter Versuch. In zwei porcellanenen Untertaſsen machte ich Infusionen von Roggenkörnern mit Brunnenwaſser, armirte die eine, (No. 1,) auf eben die Art, wie im vorigen Versuche, mit Zink und Silber, die andere, (No. 2,) bloſs mit Zink, und setzte beide an denselben Ort, wo sich die vorigen Gefäſse mit Kreſsensamen befanden.

Am 7ten Tage war No. 1 mit einer dicken farbigen Haut bedeckt, die sich über die ganze Waſserfläche verbreitete. In No. 2 hatte sich zwar ebenfalls eine Haut erzeugt, diese aber spielte bloſs in der Nähe des Zinks mit Farben. In No. 2 war, wie beim vorigen Versuche, mehr Waſser verdünstet, oder von den Roggenkörnern eingesogen, als in No. 1.

Am 10ten Tage hatten in No. 2 sieben Roggenkörner gekeimt, und eins hatte schon eine $2\frac{1}{2}$ Zoll lange Pflanze getrieben. In No. 1 hingegen fanden sich nicht mehr als vier Keime, wovon der gröſste noch nicht die Länge eines halben Zolles hatte. Von dem Wasser in No. 2 war mehr als $\frac{3}{4}$, von dem in No. 1 aber noch nicht die Hälfte verdünstet. — Ich füllte die beiden Gefäſse wieder mit frischem Wasser.

Am folgenden Tage waren beide Infusionen mit vielen Luftblasen bedeckt.

Am 25sten Tage hatten die Keime in No. 2 lebhaft vegetirt. Hingegen in No. 1 war nur eine einzige Pflanze mit grünen Blättern. Die übrigen Keime in diesem Gefäſse waren abgestorben. — Ich goſs von neuem frisches Wasser hinzu.

Am 31sten Tage war No. 1 mit einer sehr dicken gelatinösen Haut belegt, die zwischen dem Zinke und Silber an dem Rande des erstern mit Regenbogenfarben spielte. Auf No. 2 fand ich keine solche Membran, aber viele Luftblasen. No. 1 enthielt keine Infusionsthiere; hingegen in No. 2 fanden sich nicht nur diese Thiere, sondern der Boden des Gefäſses war auch voll von grüner Materie.

Gegen den 38sten Tag zeigten sich auch in No. 1 Spuren von grüner Materie, und so wie diese sich bildete, verschwand die gallertartige Haut, womit jene Infusion bis dahin bedeckt gewesen war. No. 2 war jetzt mit grüner Materie schon ganz bezogen.

Die grüne Materie, die sich an den Wänden von No. 1 erzeugt hatte, breitete sich weiter aus; doch

ging das Wachsthum derselben weit langsamer von statten, als das der grünen Materie in No. 2. Am 54sten Tage sahen die Wände dieses letztern Gefäses aus, wie mit dunkelgrünem Sammet tapezirt, und überdies waren auch alle auf dem Wasser schwimmende Roggenkörner mit dieser Substanz überzogen.

Am 64sten Tage hatte die grüne Materie in No. 2, mit welcher das ganze Gefäss jetzt angefüllt war, eine schwarzgrüne Farbe bekommen. Die andere Infusion No. 1 war nicht nur hinter No. 2, sondern auch hinter mehrern unarmirten Aufgüssen, die ich weit später gemacht hatte, in Ansehung der Menge jener Materie sehr zurückgeblieben. Auch unterschied sich diese Substanz von der in andern Aufgüssen auffallend durch ihr mattes Grün.

Vierter Versuch. Vier fayencene Untertassen, (*ZS*, *S*, *Z* und *U*,) wurden mit einer gleichen Menge Wasser und zerschnittenen Carotten angefüllt, *ZS* mit Zink und Silber, *S* bloss mit Silber, und *Z* bloss mit Zink armirt. *U* blieb unbewaffnet. Alle vier Gefäfse wurden an einerlei Ort auf ein helles, aber vor dem unmittelbaren Zutritte der Sonnenstrahlen geschütztes Zimmer gesetzt.

Am folgenden Tage hatten sich auf *ZS* und *S* Strahlen gebildet, die am 3ten und 4ten Tage noch merklicher wurden. Die in *ZS* breiteten sich von dem Zinke anfangs bloss nach dem Silber hin aus, nachher zeigten sich aber auch einige, doch weit kürzere und minder zahlreiche, auf der entgegen-

gesetzten Seite. Ueberdies bildete sich um den Zink eine farbige Haut. In der Nähe des Silbers war von diesen Erscheinungen nichts zu bemerken. — Eben so wenig bildeten sich auch Strahlen und eine farbige Haut um das Silber in *S*. — Der Zink in *Z* war ebenfalls, wie der in *ZS*, von Strahlen umgeben, und zwar anfangs bloss auf der dem Lichte zugewandten Seite desselben, da sich hingegen an dem Zinke in *ZS* diese Strahlen zuerst auf der Seite des Silbers zeigten, die von dem Lichte weggekehrt war. Am 4ten Tage waren aber an dem Zinke in *Z* auch auf der entgegengesetzten Seite Strahlen entstanden. Von einer farbigen Haut zeigte sich indess am 4ten Tage noch keine Spur in diesem Gefässe. — Der Aufguss *U* verhielt sich wie *S*.

An den folgenden Tagen erzeugten sich auf den vier Aufgüssen gelatinöse Häute, und zwar zuerst auf *ZS*, dann auf *Z*, zuletzt auf *S* und *U*.

Am 14ten Tage verhielten sich die vier Aufgüsse in Ansehung der Menge des verdünsteten Wassers auf folgende Art: am meisten war von *ZS* verdünstet; dann folgte *Z*; hierauf *S*; das wenigste hatte *U* verlohren.

Am 15ten Tage fand ich auf *U* eine Menge graugrünen Schimmels, (*Mucor glaucus L.*) Auf *Z* waren hin und wieder einige bläuliche Punkte. Auf *ZS* und *S* hingegen war von diesem Gewächse nichts zu bemerken.

Am 19ten Tage hatte sich der Schimmel auf *U* weiter ausgebreitet. Die bläulichen Punkte auf *Z*

waren unverändert geblieben. In *S* fanden sich einige Spuren von grüner Materie.

Am 24sten Tage fand sich auch auf *ZS* und *S* etwas Schimmel. Doch war die Menge desselben in Vergleichung mit dem auf *U* sehr geringe. Von dem Wasser auf *ZS* war wieder ungleich mehr, als von dem in *S*, *Z* und *U* verdünstet. Auch war die Haut auf *ZS* weit dicker, als die auf den letztern Infusionen, dabei spröde und glänzend, und unter ihr befanden sich immer viele und grosse Luftblasen.

Am 25sten Tage hatten sich auch in *U* Punkte von grüner Materie gebildet, und über diesen war eben so, wie im vorigen Versuche, die mit Schimmel bewachsene Haut, welche bisher die ganze Oberfläche der Infusion bedeckte, völlig verzehrt. — Die nämliche Beobachtung machte ich auch an *S*.

Am 32sten Tage war auch in *Z* etwas grüne Materie entstanden, und über dieser war wieder die gelatinöse Membran ganz verzehrt.

In der Folge pflanzte sich die grüne Materie in *Z* langsamer, als die in *S*, und die in *S* langsamer, als die in *U* fort. Die in *U* war am 41sten Tage dunkelgrün, die in *S* gelbgrün. In *ZS* hatte sich an diesem Tage noch immer keine Spur von jener Substanz gezeigt.

Fünfter Versuch. Ich armirte fünf fayencene Teller voll reinen Brunnenwassers mit Zink und Silber, Zink und Eisen, Zink und Kupfer, Zink und Spiessglanz, und mit einer Glasröhre. In keinem dieser Gefäfse aber erzeugten sich Strahlen.

Sechster Versuch. Ich wiederhohlte den vorigen Versuch mit frisch bereitetem Kalkwasser. Allein auch hierauf kamen keine Strahlen zum Vorscheine.

Siebenter Versuch. Ich legte in das Kalkwasser der armirten Gefäfse zerschnittene Kartoffeln. Aber der Erfolg war derselbe, wie in den beiden vorigen Versuchen.

Achter Versuch. Drei der Gefäfse, die zu dem vorhergehenden Versuche gedient hatten, und welche mit Zink und Silber, (No. 1,) Zink und Eisen, (No. 2,) und Zink und Kupfer waren armirt gewesen, liefs ich nach der Wegnahme der Armaturen noch einige Zeit stehen, um zu erfahren, ob sich in ihnen Schimmel oder grüne Materie erzeugen würde. Auf allen drei Aufgüssen entstand auch wirklich eine Menge graugrünen Schimmels, (*Mucor glaucus,*) und rosenfarbenen Byssus, und zwar mehr auf No. 1, als auf No. 2, und auf dieser Infusion mehr, als auf No. 3. Zugleich aber zeigten sich jene Substanzen auf No. 1 stärker, als auf No. 2 und 3.

Folgerungen aus diesen Beobachtungen.

1. Aufgüsse von Samenkörnern, oder von sonstigen vegetabilischen Substanzen erleiden durch den Einfluss der galvanischen Action eine Mischungsveränderung, die sich durch die Erzeugung strahlenförmiger Figuren um die angebrachten Armaturen darstellt.

2. Diese Figuren entstehen desto schneller und sind desto deutlicher, je schneller die infundirten Samenkörner oder sonstigen vegetabilischen Substanzen keimen oder in Gährung übergehen. Sie kommen hingegen langsam oder gar nicht zum Vorscheine, wenn die infundirten Pflanzentheile ihrer Natur nach nur langsam keimen oder gähren; oder wenn diese Mischungsveränderungen derselben durch eine beigemischte Substanz zurückgehalten werden; oder wenn sich keine keimende oder gährungsfähige Substanzen in dem Aufgusse befinden.

3. Ist der Aufguss mit zwei verschiedenen Metallen armirt, so erzeugen sich die grössten und meisten Strahlen in den wirksamern galvanischen Ketten.

4. Ferner erzeugen sich in Ketten, die aus zwei verschiednen Metallen bestehen, die grössten und meisten Strahlen an dem dem Sauerstoffe am nächsten verwandten Metalle; kleinere und weniger zahlreiche, oder auch gar keine, an dem andern. Beide Metalle haben die längsten und meisten Strahlen auf der dem andern zugekehrten Seite.

5. Ist der Aufguss nur mit einem einzigen Metalle armirt, so entstehen Strahlen an diesem, wenn dasselbe dem Sauerstoffe nahe verwandt und z. B. Zink ist; hingegen erzeugen sich keine, wenn es keine nahe Verwandtschaft zum Sauerstoffe hat, und z. B. Silber ist.

6. Einen wichtigen Einfluss auf die Erzeugung dieser Strahlen hat aber auch das Licht. Sie ziehen

sich eben so nach demselben hin, wie von dem Zinke nach dem Silber, und von dem letztern nach dem erstern; und wenn in einer Kette von zwei Metallen das eine dieser Metalle nach der dunkeln Seite des Zimmers hin gekehrt ist, so drehen sich diejenigen Strahlen, welche auf dieser Seite entstehen, in einer krummen Linie nach dem Lichte hin, da sie sonst immer gerade Linien bilden.

7. Durch den Einfluss galvanischer Ketten erhalten die Regenbogenfarben, welche zuweilen auch auf unarmirten Infusionen von vegetabilischen Substanzen entstehen, mehr Lebhaftigkeit, und zwar um desto mehr, je wirksamer jene Ketten sind.

8. In solchen vegetabilischen Aufgüssen, worauf gelatinöse Membranen entstehen, wird die Erzeugung dieser Häute durch den Einfluss galvanischer Ketten beschleunigt.

9. Hingegen werden die Erzeugung und Fortpflanzung des Schimmels und der Priestleyischen grünen Materie durch den Einfluss dieser Ketten zurückgehalten.

10. Sind die infundirten Substanzen Samenkörper, so werden das Keimen und das Wachsthum derselben durch die galvanische Action, nach dem verschiednen Grade der Reizbarkeit jener Samen, nach der verschieduen Stärke dieser Action, und vielleicht auch nach dem verschiednen Grade des Lichts und der Wärme, bald beschleunigt, und bald zurückgehalten.

Der noch geringen Anzahl meiner Beobachtungen wegen darf ich nicht zweifeln, daſs mehrere dieſer Folgerungen bei wiederhohlten und mannigfaltigern Verſuchen manche Berichtigungen und Abänderungen werden erwarten müſſen. Inzwiſchen glaube ich mir doch ſchmeicheln zu dürfen, daſs meine Beobachtungen wenigſtens einen neuen Weg zur Erweiterung unſrer phyſikaliſchen Kenntniſſe eröffnen. Sie geben uns ein neues Mittel an die Hand, die Wirkungsart der galvaniſchen Kraft zu erforſchen. Sie belehren uns, daſs das Licht auf die Wirkungen dieſer Kraft einen wichtigen Einfluſs hat, und zeigen uns einen Weg, die Geſetze dieſes Einfluſſes und hierdurch vielleicht auch die Natur des Lichts ſelbſt näher kennen zu lernen. Vielleicht finden wir in ihnen auch ein Mittel, die chemiſchen Prozeſſe, wodurch der Schimmel und die Prieſtleyiſche grüne Materie gebildet werden, zu entdecken; eine Entdeckung, welche über die Entſtehung des Lebens überhaupt, und damit auch über die ganze Phyſiologie Aufklärung verbreiten würde.

Daſs übrigens der Schimmel, die Staubpflanzen, (*Byſſus L.*;) und die Prieſtleyiſche grüne Materie, obgleich ſie ſich durch Samen, Eier oder andere Keime fortpflanzen, doch in den meiſten Fällen ohne präexiſtirende Keime erzeugt werden, leidet bei mir keinen Zweifel mehr. Die Verſuche und Beobachtungen, worauf ſich dieſe meine Ueberzeugung gründet, werde ich einſt bei einer andern Gelegenheit dem Publicum vorlegen. Hier erinnere

ich nur an den bei den obigen Verſuchen bemerkten Umſtand, daſs dem Entſtehen der Staubpflanzen und des Schimmels immer die Bildung einer gelatinöſen Membran vorhergeht, welche in dem Maaſse wieder verzehrt wird, wie ſich grüne Materie in dem Aufguſſe zu erzeugen anfängt; eine Erſcheinung, die offenbar auf gewiſſe bei der Bildung dieſer Organismen ſtatt findende chemiſche Prozeſſe hindeutet, und auf jene roſenfarbene Byſſus, die ſich in den mit Kalkwaſſer bereiteten Kartoffelaufgüſſen erzeugte. Nie traf ich dieſe Subſtanz in andern Infuſionen an. Auch erinnere ich mich nicht, ihrer bei irgend einem Schriftſteller erwähnt gefunden zu haben. Vielleicht aber iſt ſie einerlei mit dem rothen Schnee, den man auf den Alpen antrifft, und worin Ramond, (Scherer's *allg. Journal der Chemie*, B. IV, H. XXIV, S. 671,) eine vegetabiliſche Miſchung fand. Es wird mich freuen, wenn Naturforſcher, welche Gelegenheit haben, dieſe Vermuthung zu prüfen, dieſelbe der Unterſuchung für werth halten werden.

Bremen, im December 1800.

III.

NEUE VERSUCHE

mit dem Venturischen hydraulischen Apparate,

von

J. A. Eytelwein

Geheimen Oberbaurath in Berlin.

(Es ist aus den ersten Gründen der Hydraulik bekannt, daſs, wenn Waſser aus einem Gefäſse durch eine kleine kreisförmige Oeffnung, die ſich in einer dünnen Platte befindet, ausſtrömt, dieſes, (wegen der Art, wie der Druck ſich in der darüber ſtehenden Waſſerſäule fortpflanzt,) abgeſehn von ſtörenden Einwirkungen,) mit der Geſchwindigkeit geſchehen müſste, welche das ausflieſsende Waſſertheilchen erlangen würde, wenn es frei durch eine Höhe herabfiele, die dem Waſſerſtande im Gefäſse gleich iſt. Setzt man die Waſſerhöhe über dem Mittelpunkte der Oeffnung h, die Geſchwindigkeit, womit das Waſſer ausſtrömt, c, die Fallhöhe in der erſten Sekunde g, und den Querſchnitt der Oeffnung B; ſo müſste $c^2 = 4gh$, oder $c = 2\sqrt{gh}$ ſeyn, und, wofern das Waſſer durch die kreisförmige Oeffnung in Geſtalt eines Cylinders, der gleiche Grundfläche mit der Oeffnung hat, ausſtrömte, würde in einer Sekunde eine Waſſermenge $B \cdot 2\sqrt{gh}$ ausflieſsen. Mit dieſer *hypothetiſchen* Geſchwindigkeit und Waſſermenge ſtimmen indeſs die *wirklichen* keineswegs überein; einmahl, weil der Waſſerſtrahl nicht als ein Cylinder, ſondern coniſch ausflieſst und ſich von der Mündung ab beträchtlich verengert; und zweitens, weil im Aus-

fliessen, vielleicht auch beim Zuströmen des Wassers, noch kleine störende Einwirkungen statt finden. Der Durchmesser des sich verengernden Strahls an der Stelle der grössten Zusammenziehung ist, Versuchen zufolge, 0,8 vom Durchmesser der Oeffnung, folglich der Querschnitt desselben $\frac{16}{25}$ von der Plattenmündung, *) und es strömt nur 0,619 von der hypothetischen Wassermenge *wirklich* aus, so dass die Geschwindigkeit in der Plattenöffnung selbst nur 0,619 . c seyn kann.

Was in diesem Ausfliessen geändert wird, wenn man vor der Plattenöffnung Ansatzröhren verschiedner Art anbringt, und was der Grund ist, warum cylindrische und konische Ansatzröhren den Ausfluss verstärken; damit beschäftigte sich der erste Theil von Venturi's interessanter hydrodynamischer Abhandlung, deren man sich aus Band II, Heft 4, und Band III, Heft 1 und 2 dieser Annalen erinnern wird.**) Venturi giebt dort, unter andern, Vorschriften, wie man den Wasserausfluss gegen den durch eine Platte im Verhältnisse von 10 : 24 vermehren könne; seine Versuche lassen aber gerade in diesem für die Anwendung wichtigen Umstande vieles zu wünschen übrig. Sie sind es, welche H. Geheimer Oberbaur. Eytelwein nach einer vervollkommneten Methode, mittelst eines ähnlichen Apparats als Venturi, nachdem er zuvor die Venturischen Versuche selbst wiederhohlt und richtig befunden hatte, durch die folgenden Versuche auf das Genügendste ergänzt. Sie sind mir von dem Herrn Verfasser aus

*) Vergl. *Annalen der Physik*, III, 38. *d. H.*

**) Untersuchungen und Beobachtungen über die Seitenmittheilung der Bewegung in flüssigen Körpern, angewandt auf die Erklärung verschiedner hydraulischer Erscheinungen, von Venturi; in den *Annalen*, II, 418 f. *d. H.*

aus seinem noch nicht erschienenen *Handbuche der Hydraulik* gütigst mitgetheilt worden, und werden dem Physiker um so willkommner seyn, da der Druck dieses Hauptwerks in der Hydraulik so bald noch nicht vollendet seyn dürfte. *) Dieses als Einleitung.)

d. H.

Dafs sich die Waffermenge, welche aus einem Gefäfse durch eine kreisrunde Oeffnung ausströmt, vermittelst angesetzter *konischer Röhren*, *welche sich gegen die Ausmündung verengern*, in Vergleichung mit andern Oeffnungen, ansehnlich vermehren läfst, zeigten schon die Versuche des Marchese J. Poleni, (*de castellis*, *Flor.* 1718.) Bei einer Wasserhöhe von 1′ 9″ 4‴, und einer kreisrunden Oeffnung, für welche die hypothetische Wassermenge 27527 Kubikzoll betrug, wurden konische 92‴ lange Röhren vor die Oeffnung gesetzt, deren Ausmündung bei allen gleich, und zwar 26‴ im Durchmesser war. Als die Einmündung nach einander 118‴, 60‴, 42‴, 33‴ betrug, war die *wirklich* ausfliefsende Waffermenge 0,8605, 0,8844, 0,8939, 0,8992 der hypothetischen, so dafs bei der konischen Form im letzten Versuche der Verlust des Wassers nur etwa $\frac{1}{10}$ von der hypothetischen Wassermenge war.

Giebt man der konischen Ansatzröhre die Gestalt des zusammengezogenen Strahls bei Oeffnungen in

*) Man vergl. die Auszüge aus Briefen am Ende dieses Hefts.
d. H.

einer dünnen Wand, so dass der Durchmesser der Ausmündung $\frac{4}{5}$ vom Durchmesser der Einmündung, und die Länge der Röhre etwas grösser als der Halbmesser der Einmündung ist, (wie in Fig. 1, Taf. V;) so muss das Wasser eben so ausfliessen, wie durch den Querschnitt des zusammengezognen Strahls, vorausgesetzt, dass die scharfen Ecken der konischen Röhre etwas abgerundet sind. Eine solche Röhre kann *Mündung nach der Gestalt des zusammengezogenen Strahls*, zur Abkürzung in der Folge, *Mündung* Φ heissen.

Durch den kleinsten Querschnitt des zusammengezognen Strahls fliesst eben so viel Wasser, als durch die dazu gehörige Oeffnung in einer dünnen Wand; daher muss die Geschwindigkeit in dem Querschnitte in demselben Verhältnisse zunehmen, wie sein Flächeninhalt abnimmt. Nun ist der Querschnitt des zusammengezognen Strahls $\frac{16}{25}$ vom Querschnitte der Oeffnung; daher muss die *Geschwindigkeit* im Querschnitte der grössten Zusammenziehung, oder $c = \frac{25}{16} \cdot 0{,}619 \cdot 2\sqrt{g}\sqrt{h} = 0{,}9672 \cdot 2\sqrt{g}\sqrt{h}$ seyn. Hat die Röhre Φ die erforderliche Gestalt, so ist also auch die Geschwindigkeit des Wassers in der Ausflussöffnung EF, (Fig. 1,) oder $c = 0{,}9672 \cdot 2\sqrt{g}\sqrt{h} = 7{,}646\sqrt{h}$. Für den freien Fall eines Körpers wäre die Geschwindigkeit $= 2\sqrt{g}\sqrt{h}$; hiernach verhält sich *die wirkliche Wassermenge*, welche durch die Mündung Φ bei EF ausläuft, zur *hypothetischen* Wassermenge für die Oeffnung EF, wie $0{,}9672 : 1$ oder nahe $= 30 : 31$, und

es ist wahrscheinlich, dass beide Wassermengen gleich wären, wenn die Wassertheile nicht wegen der Adhäsion an den Wänden der Röhre verzögert würden, und wenn man φ ganz genau die Gestalt des zusammengezogenen Strahls geben könnte.

Die Ansatzröhre φ ist daher unter allen Ausflussöffnungen von einer bestimmten Grösse die vortheilhafteste, weil das ausfliessende Wasser beim Ausgange eine solche Geschwindigkeit in der Oeffnung *EF* erlangt, welche nur wenig von derjenigen verschieden ist, die ein Körper durch den freien Fall von der Druckhöhe erreichen würde.

Mit einer solchen Mündung hat **Venturi** einen Versuch angestellt. *) Die Achse seiner Röhre war horizontal, bei einer Druckhöhe von $32\frac{1}{2}$ par. Zoll. Der Durchmesser am Gefäse hielt 18, und bei der Ausmündung $14\frac{1}{2}$ Linien, die ganze Länge der Röhre 11 Linien, und man fand die Wassermenge für eine Sekunde = 164,6 Kubikzoll. Die hypothetische Wassermenge ist hier 176 Kubikzoll, daher die wirkliche 0,935 von der hypothetischen. Dieses nähert sich der vorhin gefundnen Grenze 0,967 schon ansehnlich, und man würde sie erreicht haben, wenn die konische Röhre nicht scharfe Ecken gehabt hätte. **)

*) Versuch 4; *Annalen der Physik*, II, 430. *d. H.*

**) Dies scheint in allen Venturischen Versuchen der Fall gewesen zu seyn. *d. H.*

Aus meinen mit einer dergleichen Mündung angeſtellten Verſuchen, *) wenn die Einmündung 15, die Ausmündung 12, und die Länge der Röhre 8 Linien groſs war, findet ſich die wirkliche Waſſermenge 0,9186 von der hypothetiſchen. Hierbei hatte die Mündung φ ihre ſcharfen Ecken behalten. Nachdem aber dieſe innerhalb ſanft abgerundet waren, vermehrte ſich die Waſſermenge bis 0,9798 von der hypothetiſchen, ſo daſs ſich nur ein geringer Unterſchied zwiſchen beiden befand, und eine gröſsere Ausfluſsmenge als durch die Venturiſchen Verſuche bewirkt ward.

Der Waſſerverluſt bei einerlei Ausmündung und gleicher Druckhöhe iſt hiernach

bei der Mündung φ mit abgerund. Ecken	0,0202	v. der hypot. Waſſerm.
bei der Mündung φ mit ſcharfen Ecken	0,0813	
bei einer kurzen cylindriſch. Anſatzröhre	0,1875	
bei einer Oeffnung in einer dünnen Wand	0,3810	

Es giebt noch ein Mittel, wodurch, ohne Vermehrung der Druckhöhe, die Waſſermenge, welche man durch eine beſtimmte Oeffnung erhält, vermehrt werden kann. Statt der vorhin beſchriebnen koniſchen Mündungsſtücke, welche man koniſche Röhren der *erſten Art* nennen kann, die ſich gegen die Ausfluſsöffnung verengern, kann man ſolche *koniſche Röhren* noch anſetzen, *die ſich nach dem Ausfluſſe hin erweitern*, ſo daſs die Einfluſsöffnung *A B*,

*) Siehe weiter unten Erfahrung 2 und 3; und Tafel 1, No. 2, 3.

(Fig. 2, Taf. V,) kleiner als die Ausflußöffnung *EF* ist, und die hier konische Röhren der *zweiten Art* heissen sollen.

Venturi hat hierüber wichtige Versuche angestellt. *) Die Einmündung *AB* der erweiterten konischen Röhre *ABEF* hatte bei allen seinen Versuchen 15,5 Linien im Durchmesser, sie befand sich aber nicht unmittelbar am Behälter, sondern zwischen ihr und diesem war eine konische Röhre der ersten Art angebracht, welche beinahe die Gestalt des zusammengezogenen Strahls hatte. Die Länge *AD* und Ausmündung *EF* wurden bei jedem Versuche abgeändert, und man hatte bei unveränderter Druckhöhe von 32½ Zoll die gröſste Wassermenge, wenn *AD* 148, *AB* 15,5 und *EF* 27 Linien groſs war. In diesem Falle erhielt man in jeder Sekunde 329,14 par. Kubikzoll, (Vers. 16, *Annalen*, II, 450,) welches weit mehr ist, als die hypothetische Wassermenge für eine Oeffnung von 15½ Linien im pariser Maaſse giebt. Diese konische Röhre der zweiten Art, in ihrer vortheilhaftesten Gestalt, mag hier, der Kürze halber, die *Röhre* ψ heissen.

Venturi beschreibt noch einen Versuch, (Vers. 14, *Annalen*, II, 449,) bei welchem zwischen der Mündung φ und dieser konischen Ausflussröhre ψ, eine *drei* Zoll lange cylindrische Röhre angebracht war, wodurch ebenfalls eine Vermehrung der Was-

*) Satz V, Versuch 13 — 17; *Annalen der Physik*, II, 442 f. *d. H.*

sermenge bewirkt wurde. Weil aber keine Versuche mit dieser konischen Röhre der zweiten Art ψ, ohne Verbindung mit andern Röhren beschrieben sind, auch von der Vermehrung der Wassermenge bei einer drei Zoll langen cylindrischen Röhre, durch Ansetzung der Röhren φ und ψ, nicht geradezu auf längere Röhren geschlossen werden kann, und daher die Behauptung Venturi's in Satz VII, (*Annalen*, II, 460,) dass man bei einer cylindrischen Röhrenleitung, bei unveränderter Druckhöhe, durch zweckmäſsige Ansatzröhren, (φ und ψ,) allemahl die Wassermenge im Verhältnisse 10 : 24 vermehren könne, sich nicht so geradezu annehmen läſst; so schien es mir wichtig zu seyn, über diese zur Erweiterung der Hydraulik und diesen für die Ausübung so wichtigen Gegenstand, *Versuche mit der möglichsten Genauigkeit anzustellen.*

Zu den folgenden *Versuchen* diente mir ein 4 Fuſs *) hoher prismatischer *Behälter*, dessen horizontaler Durchschnitt ein im Lichten 18,5 Zoll langes und 14,4 Zoll breites Rechteck bildete. In der schmalen vertikalen Seitenwand desselben, befindet sich in einiger Entfernung vom Boden, eine messingene *Platte*, welche mit der innern Wand des Behälters in einerlei Ebene liegt, und in die man alle metallene Ansätze oder Röhren so einschrauben kann, daſs ihre Einmündung in eben die Ebene fällt. Die

*) Alle hier gegebne Abmessungen beziehen sich auf das rheinländische Maaſs. E.

Einmündung konnte mittelst einer *Klappe* nach Gefallen geöffnet oder geschlossen werden. Zur Bestimmung der Zeit diente eine sehr gut gearbeitete *Sekunden-Pendeluhr*, welche durch einen Zeiger die Sekunden bemerkte und mittelst einer Glocke durch Schläge hörbar machte. *)

Sämmtliche *Ansatzstücke* und *Röhren* waren von Messing gearbeitet, und die innere Fläche aufs genaueste polirt. Zur leichtern Vergleichung der verschiednen Resultate beziehen sich alle Oeffnungen auf die Weite von einem Zolle, auch sind alle Abmessungen mit dem hiesigen Originalmaasse verglichen. — Die cylindrischen Röhren waren insgesammt einen Zoll weit; die Röhre φ 8 Linien lang, und in der Einmündung 15, in der Ausmündung 12 Linien oder 1 Zoll weit; und die Röhre ψ $8\frac{13}{16}$ Zoll lang, in der Einmündung 1 Zoll, und in der Ausmündung $1\frac{19}{24}$ Zoll weit. Die Röhre φ in Verbindung mit andern Röhren wurde nur bei der Einmündung, und ψ bei der Ausmündung angebracht.

Verschiedene angestellte Versuche zeigten kleine Unregelmäſsigkeiten, wenn man das Wasser im Behälter, bei Beobachtung aller Vorsicht, auf einerlei Höhe erhalten wollte, weil es sich so leicht

*) Diese Uhr wurde vor dem Gebrauche nach dem Chronometer des Herrn Major von Zach rectificirt, welcher sich damahls in der Verwahrung des Hrn. Lieutenant von Textor befand. E.

ereignet, dafs in gewiſſen Augenblicken mehr oder weniger Waſſer zugelaſſen wird, als erforderlich iſt. Auch war es unvermeidlich, dafs nicht durch das zufliefsende Waſſer eine unregelmäſsige Bewegung im Behälter entſtand, weshalb ich es der Genauigkeit, welche dieſe Verſuche erfordern, angemeſſener fand, beim Anfange eines jeden Verſuchs eine *Druckhöhe* von 3 Fuſs zu bewirken, und ohne Zufluſs den Waſſerſpiegel ſo weit ſinken zu laſſen, bis ein Gefäſs von 4156 Kubikzoll angefüllt war. Hierdurch ſenkte ſich jedesmahl der Waſſerſpiegel im Behälter, nach oft wiederhohlten Ausmeſſungen, 15,6 Zoll, wodurch eben ſo genaue Vergleichungen entſtanden, als wenn die Druckhöhe unverändert geblieben wäre; auch hat man dieſem Umſtande die gute Uebereinſtimmung der Verſuche mit einerlei Röhre zuzuſchreiben.

Alle hier angeführten Verſuche ſind in Gegenwart des königl. Profeſſors Herrn **Hobert** angeſtellt oder wiederhohlt worden.

Erfahrung 1. *Kreisförmige* 1 Zoll weite *Oeffnung* in einer $\frac{1}{24}$ Zoll dicken Platte mit ſcharfen Kanten. Die beobachtete Zeit des Ausfluſſes war im

1ſten Verſuche $59\frac{1}{2}''$; 2ten Verſuche $59\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 2. Das Mundſtück Φ beim Einfluſſe $1\frac{1}{4}$ Zoll, beim Ausfluſſe 1 Zoll weit, mit ſcharfen Kanten.

1. Verſuch $40''$; 2. Verſuch $40''$.

Erfahrung 3. Daſſelbe Mundſtück Φ, wenn

die Kanten beim Ein- und Ausflusse sanft abgerundet waren.

1. Versuch $37\frac{1}{2}''$; 2. Versuch $37\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 4. Die konische $8\frac{11}{16}$ Zoll lange Ansatzröhre ψ, beim Einflusse 1 Zoll, beim Ausflusse $1\frac{19}{24}$ Zoll weit, mit scharfen Kanten.

1. Versuch $31''$ } $31\frac{1}{4}''$.
2. Versuch $31\frac{1}{2}''$ }

Erfahrung 5. Die Mundstücke φ *) und ψ genau mit einander verbunden.

1. Versuch $23\frac{1}{2}''$ }
2. Versuch $24''$ } $23\frac{2}{3}''$.
3. Versuch $23\frac{1}{2}''$ }

Erfahrung 6. *Cylindrische Röhre*, 1 *Zoll lang*. Das Wasser folgte nicht den Wänden der Röhre.

1. Versuch $59\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 7. Cylindrische Röhre, 1 Zoll lang, an der Einmündung mit φ verbunden. Das Wasser folgte den Wänden der Röhre.

1. Versuch $38''$ } $38\frac{1}{4}''$.
2. Versuch $38\frac{1}{2}''$ }

Erfahrung 8. Cylindrische Röhre, 1 Zoll lang, bei der Einmündung mit φ, bei der Ausmündung mit ψ verbunden.

1. Versuch $27\frac{1}{2}''$; 2. Versuch $27\frac{1}{2}''$.

*) Wenn das Mundstück φ ohne weitere Bemerkungen angeführt wird, so ist immer dasjenige mit

Erfahrung 9. *Cylindrische Röhre*, 3 *Zoll lang*. Das Wasser folgte nicht den Wänden der Röhre.

1. Versuch $59\frac{1}{2}''$.

Das Wasser folgte den Wänden der Röhre.

2. Versuch $45''$ }
3. Versuch $44\frac{1}{2}''$ } $44\frac{3}{4}''$.

Dieselbe Röhre innerhalb des Behälters angebracht, so daſs sie von allen Seiten mit Wasser umgeben war, und ihre Ausmündung mit der innern Fläche des Behälters in einerlei Ebene lag.

4. Versuch $45''$; 5. Versuch $45''$.

Bei einer $1\frac{1}{2}$ Zoll langen innerhalb des Behälters angebrachten Röhre, wobei das Wasser den Wänden folgte, fand man dieselbe Zeit.

Erfahrung 10. Cylindrische 3 Zoll lange Röhre, mit der Einmündung φ.

1. Versuch $39''$ }
2. Versuch $38\frac{1}{2}''$ } $38\frac{3}{4}''$.

Erfahrung 11. Cylindrische 3 Zoll lange Röhre, mit der Ausmündung ψ.

1. Versuch $33\frac{1}{2}''$ }
2. Versuch $33''$ } $33\frac{1}{6}''$.
3. Versuch $33''$ }

scharfen Kanten zu verstehen, welches bei der zweiten Erfahrung zu den Versuchen diente. *E.*

Erfahrung 12. Cylindrische 3 Zoll lange Röhre, mit φ und ψ.

1. Versuch $27\frac{1}{2}''$; 2. Versuch $27\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 13. *Cylindrische 12 Zoll lange Röhre.*

1. Versuch 48″; 2. Versuch 48″.

Erfahrung 14. Cylindrische 12 Zoll lange Röhre, mit φ.

1. Versuch $42\frac{1}{2}''$; 2. Versuch $42\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 15. Cylindrische 12 Zoll lange Röhre, mit ψ.

1. Versuch $37\frac{1}{2}''$
2. Versuch 38″
3. Versuch $37\frac{1}{2}''$

} $37\frac{3}{4}''$.

Erfahrung 16. Cylindrische 12 Zoll lange Röhre, mit φ und ψ.

1. Versuch 33″
2. Versuch $33\frac{1}{2}''$

} $33\frac{1}{4}''$.

Erfahrung 17. *Cylindrische 24 Zoll lange Röhre.*

1. Versuch 50″
2. Versuch 51″

} $50\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 18. Cylindrische 24 Zoll lange Röhre, mit φ.

1. Versuch 46″.

Erfahrung 19. Cylindrische 24 Zoll lange Röhre, mit ψ.

1. Versuch $40\frac{1}{2}''$
2. Versuch 41″
3. Versuch 41″

} $40\frac{5}{6}''$.

Erfahrung 20. Cylindrische 24 Zoll lange Röhre, mit φ und ψ.

1. Versuch $37\frac{1}{2}''$; 2. Versuch $37\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 21. *Cylindrische* 36 *Zoll lange Röhre.*

1. Versuch 54″; 2. Versuch 54″.

Erfahrung 22. Cylindrische 36 Zoll lange Röhre, mit φ.

1. Versuch $49\frac{1}{2}''$; 2. Versuch $49\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 23. Cylindrische 36 Zoll lange Röhre, mit ψ. Das Wasser folgte nicht den Wänden der Röhre ψ, sondern nur dem Untertheile derselben.

1. Versuch $52\frac{1}{2}''$.

Wenn das Wasser genöthigt wurde, den Wänden der Röhre ψ zu folgen.

2. Versuch 44″; 3. Versuch 44″; 4. Versuch 44″.

Erfahrung 24. Cylindrische 36 Zoll lange Röhre, mit φ und ψ.

1. Versuch $40\frac{1}{2}''$; 2. Versuch $40\frac{1}{2}''$.

Erfahrung 25. *Cylindrische* 48 *Zoll lange Röhre.*

1. Versuch 58″; 2. Versuch 58″.

Erfahrung 26. Cylindrische 48 Zoll lange Röhre, mit φ.

1. Versuch $53\frac{1}{2}''$ }
2. Versuch 53″ } $53\frac{1}{4}''$.

Erfahrung 27. Cylindrische 48 Zoll lange Röhre, mit ψ. Das Wasser folgte den Wänden der Röhre.

1. Versuch 48″; 2. Versuch 48″.

Erfahrung 28. Cylindrische 60 Zoll lange Röhre.

1. Versuch 61″; 2. Versuch 61″.

Erfahrung 29. Cylindrische 60 Zoll lange Röhre, mit φ.

1. Versuch 57″ } 56¾″.
2. Versuch 56½″ }

Erfahrung 30. Cylindrische 60 Zoll lange Röhre, mit ψ. Das Wasser folgte den Wänden der Röhre ψ, ausser etwa ⅓ des Obertheils blieb unausgefüllt, und das Wasser war durch keinen Kunstgriff dahin zu bringen, dass es die Röhre ganz ausfüllte.

1. Versuch 52″; 2. Versuch 52″.

Um die vorstehenden Erfahrungen besser zu übersehen und auf eine gemeinschaftliche Einheit zurückzuführen, darf man nur die Zeit bestimmen, in welcher bei der anfänglichen Druckhöhe von 3 Fuss und den übrigen bekannten Abmessungen, 4156 Kubikzoll Wasser durch eine 1 Zoll weite kreisförmige Oeffnung ablaufen, indem man voraussetzt, dass weder Contraction noch andere Hindernisse die Bewegung des Wassers aufhalten, sondern dasselbe eben die Geschwindigkeit in der Oeffnung, wie ein frei fallender Körper erlangt. Dieses giebt die Zeit

für die *hypothetiſche Waſſermenge* = 56,745″. Da nun die Zeiten des Ausfluſſes gleicher Waſſermengen, bei gleichen Gefäſsen ohne Zufluſs, die ſich mit verſchiedner Contraction ausleeren, umgekehrt wie die Waſſermengen verhalten, welche bei unveränderten Druckhöhen und mit derſelben Contraction in gleichen Zeiten auslaufen würden; *) ſo giebt dieſes ein leichtes Mittel, bei ſämmtlichen vorſtehenden Erfahrungen anzugeben, wie ſich *die Waſſermenge, welche bei unveränderter Druckhöhe ausgelaufen wäre*, zur *hypothetiſchen* verhält.

*) Wenn T die Zeit iſt, in welcher ſich das Gefäſs, deſſen Querſchnitt A und Ausfluſsöffnung a iſt, ohne Contraction bei der anfänglichen Druckhöhe h um die Tiefe k ausleert, und t dieſe Zeit für eine beſtimmte Contraction bei eben dieſem Gefäſse bezeichnet; und wenn ferner bei unveränderter Druckhöhe h in der Zeit τ ohne Contraction die Waſſermenge M, und in eben der Zeit mit Contraction die Waſſermenge m ausläuft; und wenn endlich α den Coefficienten bedeutet, womit $\surd h$ multiplicirt werden muſs, damit man c erhalte: ſo iſt nach hydrauliſchen Gründen

$$T = \frac{2}{2\surd g}\left[\surd h - \surd(h-k)\right]\frac{A}{a} \text{ und}$$

$$t = \frac{2}{\alpha}\left[\surd h - \surd(h-k)\right]\frac{A}{a}.$$

Ferner $M = \tau\, a\, 2 \surd g \surd h$ und
$m = \tau\, a\, \alpha \surd h$; daher verhält ſich
$T : t = \alpha : 2 \surd g$ und
$m : M = \alpha : 2 \surd g$; folglich
$T : t = m : M$.

E.

In der folgenden *ersten Tafel* bedeutet φ die *Einmündung* mit scharfen, φ' dieselbe mit abgerundeten Kanten, und ψ die *Ausmündung*. In den Versuchen, wobei diese Buchstaben stehn, wurden diese Ansatzröhren gebraucht, in den übrigen nicht. Das hinterste Ende der Einmündungen, das vorderste der Ausmündungen, und alle cylindrische Röhren waren genau 1 Zoll weit; die Zahl von Zollen in der zweiten Spalte zeigt die Länge der angewandten cylindrischen Röhre an. Die wirkliche Wassermenge in der letzten Spalte ist in Theilen der hypothetischen Wassermenge, als Einheit, ausgedrückt.

Erste Tafel.

Erfahrung.	Ansatzröhren.	Beobachtete Zeit des Ausflusses, Sekunden.	Wirkliche Wassermenge in Theilen der hypothetischen.
1	$(\frac{1}{24}'')$	$59\frac{1}{2}''$	0,6176
2	φ 0″	40″	0,9186
3	φ′ 0	$37\frac{1}{2}$	0,9798
4	0 ψ	$31\frac{1}{4}$	1,1758
5	φ 0 ψ	$23\frac{2}{3}$	1,55[illegible]6
6	1″	$59\frac{1}{2}$	0,6176
7	φ 1	$38\frac{1}{4}$	0,9606
8	φ 1 ψ	$27\frac{1}{2}$	1,3362
9	3″	$44\frac{3}{4}''$	0,8211
10	φ 3	$38\frac{3}{4}$	0,9482
11	3 ψ	$33\frac{1}{6}$	1,1079
12	φ 3 ψ	$27\frac{1}{2}$	1,3362
13	12″	48″	0,7655
14	φ 12	$42\frac{1}{2}$	0,8646
15	12 ψ	$37\frac{1}{2}$	0,9798
16	φ 12 ψ	$33\frac{1}{4}$	1,1051
17	24″	$50\frac{1}{2}''$	0,7276
18	φ 24	46	0,7988
19	24 ψ	$40\frac{5}{6}$	0,8999
20	φ 24 ψ	$37\frac{1}{2}$	0,9798
21	36″	54″	0,6804
22	φ 36	$49\frac{1}{2}$	0,7523
23	36 ψ	44	0,8351
24	φ 36 ψ	$40\frac{1}{2}$	0,9073
25	48″	58″	0,6335
26	φ 48	$53\frac{1}{4}$	0,6900
27	48 ψ	48	0,7655
28	60″	61″	0,6024
29	φ 60	$56\frac{3}{4}$	0,6475
30	60 ψ	52	0,7066

In der vorstehenden Tafel sind sämmtliche Versuche nach der Länge der einen Zoll weiten Röhren geordnet. Stellt man aber diejenigen Versuche zusammen, welche sich auf Röhren von einerlei Art be-

beziehen, so entstehen zur bessern Vergleichung noch folgende vier Tafeln.

Zweite Tafel.

Cylindrische Röhren ohne Einmündung oder Ausmündung.

	Länge der cylindrischen Röhre, Zoll.	Beobachtete Zeit des Ausflusses, Sekunden.	Wirkliche Wassermenge in Theilen der hypothetischen.
1	$(2\frac{1}{4})$	$59\frac{1}{2}$	0,6176
2	1	$59\frac{1}{2}$	0,6176
3	3	$44\frac{3}{4}$	0,8211
4	12	48	0,7655
5	24	$50\frac{1}{2}$	0,7276
6	36	54	0,6804
7	48	58	0,6335
8	60	61	0,6024

Dritte Tafel.

Cylindrische Röhren mit der Einmündung φ.

	Länge der cylindrischen Röhre, Zoll.	Beobachtete Zeit des Ausflusses, Sekunden.	Wirkliche Wassermenge in Theilen der hypothetischen.
1	φ 0	40	0,9186
2	φ 1	$38\frac{1}{4}$	0,9606
3	φ 3	$38\frac{3}{4}$	0,9482
4	φ 12	$42\frac{1}{2}$	0,8646
5	φ 24	46	0,7988
6	φ 36	$49\frac{1}{2}$	0,7423
7	φ 48	$53\frac{1}{4}$	0,6900
8	φ 60	$56\frac{3}{4}$	0,6475

Vierte Tafel.

Cylindrische Röhren mit der Ausmündung ψ.

	Länge der cylindrischen Röhre, Zoll.	Beobachtete Zeit des Ausflusses, Sekunden.	Wirkliche Wassermenge in Theilen der hypothetischen.
1	0 ψ	31¼	1,1758
2	3 ψ	33⅙	1,1079
3	12 ψ	37½	0,9798
4	24 ψ	40⅚	0,8999
5	36 ψ	44	0,8351
6	48 ψ	48	0,7635
7	60 ψ	52	0,7066

Fünfte Tafel.

Cylindrische Röhren mit der Einmündung φ und der Ausmündung ψ.

	Länge der cylindrischen Röhre, Zoll.	Beobachtete Zeit des Ausflusses, Sekunden.	Wirkliche Wassermenge in Theilen der hypothetischen.
1	φ 0 ψ	23⅔	1,5526
2	φ 1 ψ	27½	1,3361
3	φ 3 ψ	27½	1,3361
4	φ 12 ψ	33¾	1,1051
5	φ 24 ψ	37½	0,9798
6	φ 36 ψ	40½	0,9073

Die in diesen Tafeln geordneten Erfahrungen berechtigen uns zu folgenden Schlüssen.

1. Unter übrigens gleichen Umständen verhalten sich die Wassermengen, die aus einer Oeffnung in einer dünnen Wand, zu denen, die aus der Mündung φ, nach der Form des zusammengezogenen Strahls, ausfliessen, wenn die Ausmündung

der Röhre ϕ gleiche Weite mit der Oeffnung in der dünnen Wand hat, wie 40 : $59\frac{1}{2}$, das ist, wie 1 : 1,487;

und sind die scharfen Kanten der Mündung ϕ abgerundet, wie $37\frac{1}{2}$: $59\frac{1}{2}$, oder wie 1 : 1,587.

2. Bei einer Oeffnung in einer dünnen Wand, zur Mündung ψ, wenn die Einmündung der Röhre ψ der Oeffnung in der dünnen Wand gleich ist, wie $31\frac{1}{4}$: $59\frac{1}{2}$, oder wie 1 : 1,904.

3. Bei einer Oeffnung in einer dünnen Wand, zu der aus den Röhren ϕ und ψ zusammengesetzten Mündung, wie $23\frac{2}{3}$: $59\frac{1}{2}$, das ist, wie 1 : 2,514.

Es ist bemerkenswerth, dass durch diese Zusammensetzung um die Hälfte mehr Wasser ausläuft, als wenn das Wasser wie ein frei fallender Körper beschleunigt würde.

4. Die Wassermenge bei einer kurzen cylindrischen Ansatzröhre, verhält sich zu der, mit der kurzen Ansatzröhre verbundnen Einmündung ϕ, wie $38\frac{3}{4}$: $44\frac{3}{4}$, oder wie 1 : 1,154.

5. Bei einer kurzen cylindrischen Ansatzröhre, zu dieser Röhre mit der Ausmündung ψ verbunden, wie $33\frac{1}{6}$: $44\frac{3}{4}$, oder wie 1 : 1,349.

6. Bei einer kurzen Ansatzröhre, zu dieser mit der Ein- und Ausmündung ϕ und ψ verbundenen Röhre, wie $27\frac{1}{2}$: $44\frac{3}{4}$, das ist, wie 1 : 1,627.

So weit diese Schlüsse von Oeffnungen in einer dünnen Wand oder von *kurzen Ansatzröhren* gelten, können sie durch die beschriebnen Versuche gerechtfertigt werden; wenn aber Venturi in seinen Un-

terſuchungen etc., Satz VII. (*Annalen der Phyſik*, II, 460,) behauptet, daſs man durch angemeſſene Ein- und Ausmündungen bei *jeder cylindriſchen Röhre* die Waſſermenge im Verhältniſſe von 10 zu 24 vermehren könne, und ſich dieſerhalb auf ſeine Verſuche mit 3 Zoll langen Röhren beruft; ſo iſt offenbar der Schluſs von kurzen Anſatzröhren zu weit ausgedehnt, wenn er von jeder cylindriſchen Röhre gelten ſoll.

Daſs bei längern Röhren die Waſſermenge nicht in einem eben ſo groſsen Verhältniſſe vermehrt wird, wie bei kurzen Anſatzröhren, beweiſen meine Verſuche hinlänglich, und es muſs irgend eine Röhrenlänge geben, wo die Mündungen φ und ψ gar keine Vermehrung der Waſſermenge bewirken.

Vergleicht man die Waſſermengen der zweiten Tafel mit denen der dritten, ſo ſtehen die Vermehrungen, welche durch die Einmündung φ bewirkt werden, in folgenden Verhältniſſen:

Länge der Röhre:

3 Zoll	$38\frac{3}{4}$	: $44\frac{3}{4}$	=	1	: 1,154
12 —	$42\frac{1}{2}$	: 48	=	1	: 1,129
24 —	46	: $50\frac{1}{2}$	=	1	: 1,098
36 —	$49\frac{1}{2}$	: 54	=	1	: 1,091
48 —	$53\frac{1}{4}$	: 58	=	1	: 1,089
60 —	$56\frac{3}{4}$	: 61	=	1	: 1,075

woraus hervorgeht, daſs die Mündung φ die Waſſermenge bei langen Röhren nicht eben ſo vermehrt, wie bei kurzen Anſatzröhren.

Dasselbe gilt von der Ausmündung ψ.

Länge der Röhre:

3 Zoll	$33\frac{1}{6}$	:	$44\frac{3}{4}$	=	1	:	1,349
12 —	$37\frac{1}{2}$	:	48	=	1	:	1,280
24 —	$40\frac{5}{6}$	:	$50\frac{1}{2}$	=	1	:	1,236
36 —	44	:	54	=	1	:	1,227
48 —	48	:	58	=	1	:	1,208
60 —	52	:	61	=	1	:	1,173

Aehnliche Abnahme in der Vermehrung der Wassermenge findet man für längere Röhren, wenn die Mündungen φ und ψ zusammen angebracht werden. Auch habe ich zur Ueberzeugung, dass bei einer gewissen Länge der Röhre die Mündung ψ keine Vermehrung der Wassermenge bewirke, unter 3 Fuss Druckhöhe, mit einer 20 Fuss langen Röhre Versuche angestellt, bei welcher immer eben dieselbe Wassermenge in gleicher Zeit erhalten wurde, man möchte ψ anbringen oder nicht; auch war es nicht möglich, zu bewerkstelligen, dass das Wasser die ganze Röhre ψ ausfüllte, weil es sich immer von dem obern Theile derselben losriss.

Wenn es nun gleich wahrscheinlich ist, dass für kleinere Geschwindigkeiten des ausfliessenden Wassers die Weite der Ausmündung der Röhre ψ kleiner werden muss, so lässt sich doch absehen, dass, wenn hierdurch auch eine geringe Vermehrung der Wassermenge bewirkt wird, diese doch nie so beträchtlich seyn kann, wie sie Venturi angiebt.

IV.

BESCHREIBUNG

einer erprobten Compensation für Pendeluhren,

von

J. F. A. Döhler,

Prof. der Math. am Gymnas. zu Altenburg.

Da das neueste astronomische Jahrbuch des Herrn Prof. Bode, auf das Jahr 1803, die Compensation für Pendeluhren und deren Verbesserung wieder in Anregung bringt; so, glaube ich, wird es Liebhabern guter Uhren nicht unangenehm seyn, hier die Beschreibung einer neuen Compensation zu finden, die ich schon vor mehrern Jahren an einer zu astronomischem Behufe von mir verfertigten Uhr angebracht, und seitdem genugsam erprobt habe. Ist sie auch nicht so einfach als die, welche in Boden's astronomischem Jahrbuche für das Jahr 1803, Seite 213, beschrieben wird: so gewährt sie dagegen die Vortheile, daſs sie 1. *sich sehr leicht berichtigen läſst,* im Falle sie, wegen verschiedner Ausdehnung und Zusammenziehung des dazu gebrauchten Metalls, oder wegen anderer Ursachen, ihre Dienste nicht sogleich vollkommen thun sollte; und daſs 2. durch Beihülfe derselben die Uhr *ohne groſsen Zeitverlust* regulirt werden kann.

Taf. II, Fig. 3, zeigt diese Compensation im Profil. *AB* ist die hintere Platte der Uhr, zwischen

welcher und der hier nicht gezeichneten Vorderplatte $\alpha\beta$ die zwei Räder stehen, welche bei dieser Uhr das ganze so genannte Gehewerk ausmachen. *CD* ist die hintere Wand des hölzernen Gehäuses, worauf die Uhr steht, statt deren man sich mit weit mehrerm Vortheile einer starken Mauer bedienen kann, wenn man das hölzerne Gehäuse ohne Rückwand läſst, dagegen aber dasselbe so dicht als möglich an die Mauer anrückt. In Ermangelung einer solchen feststehenden Wand, habe ich mich zur Aufhängung des gegen 30 Pfund schweren Pendels einer zwei Zoll starken geradjährigen kiefernen Pfoste bedient, welche die Rückwand des Gehäuses ausmacht.

Za ist ein eiserner Hebel, dessen Hypomochlion in *a* liegt, um welches er sich frei, etwas auf- und niederwärts bewegen kann. Von *Z* bis gegen *b* hin hat dieser Hebel eine schon etwas weite Spalte in vertikaler Richtung, damit die Federn, welche das Pendel tragen, ungehindert hindurch gehn und auch zwei andere, bald zu erwähnende Stücke, aufgenommen werden können. *bad* ist die eiserne ¾ Zoll ins Gevierte starke *Compensationsstange*, welche bei *c* etwas gekröpft ist, und unten ein breites starkes Blatt hat, womit sie an die Rückwand des hölzernen Gehäuses mit mehrern Schrauben, oder besser an die oben gedachte Mauer, ganz unerschütterlich befestigt wird. An dem obern Ende *b* dieser Stange befindet sich ein beweglicher Zapfen, auf welchem der Hebel *Za* aufliegt, und dieser Za-

pfen läſst ſich vermöge der Schraube *g* ſehr ſanft, in horizontaler Richtung, etwas vorwärts gegen die Uhr, und etwas rückwärts bewegen. *ef* iſt ein Kloben mit zwei meſſingenen Rollen, zwiſchen welchen ſich die Compenſationsſtange ohne beträchtliche Friction verſchiebt, und welcher dazu dient, das Wanken der gedachten Stange zu verhüten.

Die eiſerne *Pendelſtange Tu*, (in deren Spalte der Haken *VYi* eingreift, der ihr und dem ganzen Pendel die verlohrne Bewegung, indem er die ſeinige urſprünglich von dem Uhrgewichte, vermöge des Grahamiſchen Ankers, erhält, immer wieder mittheilt,) hat oben einen Steg *FH*, in welchen die *beiden* Federn *EF* und *GH*, um koniſche Schwingungen zu vermeiden, mit Stiften beweglich befeſtigt ſind. Die obern Enden dieſer Federn ſind auf gleiche Art in den meſſingenen Steg *EG* befeſtigt, welcher zugleich die runde Scheibe *RS* trägt, deren Peripherie in 100 Theile getheilt iſt. In dem Mittel dieſes Steges befindet ſich die Mutter für die Schraube *No*, mit dem ränderirten Kopfe *N*, welche zugleich den Weiſer *PQ* ſo trägt, daſs er nach Zurückdrehung einer kleinen Schraube bei *P* um den Hals der groſsen Schraube *No* bewegt, aber alsdann auch, wenn gedachte kleine Schraube wieder angezogen wird, feſtgeſtellt, und genöthigt werden kann, ſich mit der groſsen Schraube zugleich zu bewegen. Auſser dieſen befinden ſich an der untern Seite des Stegs *EG* noch zwei metallene Parallelepipeda *IK* und *LM*, welche genau in die

Spalte des Hebels *Za* passen, und also den Steg und folglich das ganze Pendel verhindern, sich mit zu drehen, wenn die Stellschraube *No* in Bewegung gesetzt wird. Der Zeiger *PQ* hat bei *Q* eine etwas lange, vertikal stehende Schneide, damit man an derselben hinunter visiren, und also genau bemerken kann, auf welchen Punkt der Theilung auf der Scheibe *RS* der Weiser eigentlich zeigt, da es nicht möglich ist, dass derselbe allemahl dicht bei dieser Scheibe steht, sondern es vielmehr vortheilhaft ist, anfänglich die Uhr gröſstentheils durch die an dem untern Ende der Pendelstange, wie gewöhnlich, befindliche Schraube aus dem Groben so zu reguliren, dass, wenn sie schon beinahe die Zeit hält, der Zeiger *PQ* noch in beträchtlicher Entfernung von dem Zifferblatte *RS* steht, damit man die Schraube *No* bei der genauern Regulirung der Uhr noch um etwas beträchtliches vor- und rückwärts drehen kann, ohne dass deswegen der Zeiger auf *RS* aufzuliegen kommt.

VW endlich ist eine messingene Platte, welche an den Kloben *V* der Uhr, welcher den hintern Zapfen der Spindel des Ankers hält, mit Schrauben stark befestigt ist. Der Theil α dieser Platte, (im Querschnitte derselben in Figur 4,) schiebt sich in einem Falze des andern Theils β so, dass er durch die Schraube γ dem zweiten Theile der Platte β willkührlich genähert, und also die zwischen beiden Theilen entstehende Spalte nach Verlangen erweitert und verengert werden kann. Nimmt man also den Theil

α nebst der Schraube γ ganz hinweg, so kann man, ehe die Uhr selbst auf das Gehäuse gesetzt wird, die Federn des Pendels *EF* und *GH*, durch die bei *Z* offene Spalte des Hebels hineinschieben, und also das Pendel so aufhängen, dass es von dem Hebel *Za* getragen wird, indem die Spitze der Schraube *No* in eine zu diesem Endzwecke bei *o* gemachte Vertiefung im Hebel eingreift, und so das ganze Pendel trägt, ohne dass dasselbe weder vor- noch rückwärts rücken, oder bei Veränderung der Lage des Hebels, aus seiner vertikalen Richtung kommen kann. Bringt man nun endlich das Stück α, nebst seiner Schraube γ, wieder an gehörigen Ort, und zieht die Schraube so lange an, bis die Federn *EF*, *GH* zwar genau an die innere Seite der Spalte zwischen α und β anliegen, aber nicht fest geklemmt werden; so wird das *centrum suspensionis* des Pendels bis in gedachte Spalte herabgerückt, und es fällt für sich in die Augen, dass, wenn der Hebel *Za*, welcher in seinem Mittel zwischen *o* und *a*, bei *b* auf der Compensationsstange aufliegt, bei *Z* aufwärts steigt, das Pendel verkürzt; hingegen aber dasselbe verlängert wird, wenn der gedachte Hebel bei *Z* sinkt. Wird nun also durch eine höhere Temperatur, als die war, bei welcher man die Uhr regulirte, die Länge des Pendels vergrösert, so wird das Nämliche auch mit der Compensationsstange *bc* erfolgen. Geschieht das Letztere, so wird der Hebel, der das Pendel trägt, dadurch gehoben, folglich auch das Pendel, also sein Aufhängepunkt nä-

her gegen *FH* gerückt, oder, mit andern Worten, das Pendel wieder verkürzt, und so alles umgekehrt bei zunehmender Kälte; und also wäre nur noch zu zeigen, wie man es dahin bringen kann, dass das Pendel durch die Compensationsstange *gerade wieder so viel* verkürzt, oder verlängert wird, als die veränderte Temperatur solches thut.

Wie schon oben bemerkt worden, befindet sich der Punkt *b*, in welchem der Hebel auf der Compensationsstange aufliegt, im Mittel zwischen *o* und *a*; folglich wird der Punkt *o*, und also auch das Pendel, allemahl noch einmahl so hoch, als der Punkt *b* gehoben. Weiter ist auch schon angeführt worden, dass die Compensationsstange halb so lang als das Pendel ist, folglich leidet sie auch, alles andere gleich gesetzt, bei gleicher Temperatur nur halb so viel Ausdehnung als das Pendel. Aber wegen der Einrichtung des Hebels wird das Pendel allemahl noch einmahl so hoch gehoben, als der Endpunkt *b* der Compensationsstange steigt; folglich, da dieselbe nur halb so viel als das Pendel verlängert wird, diese halb so grosse Verlängerung aber eine noch einmahl so grosse Verkürzung des Pendels bewirkt, muss das Pendel durch die Compensation gerade so viel verkürzt werden, als die erhöhte Temperatur solches verlängert. Aber gesetzt auch, dass sich die Compensationsstange, entweder wegen einer falschen Länge, die man ihr gegeben, oder wegen der verschiednen Ausdehnung des Eisens, das zur Pendel- und Compensationsstange gebraucht

worden, nicht gerade halb so viel als die Pendelstange ausdehnt, oder dass, weil der Hebel nicht gerade im Mittel zwischen *o* und *a* aufliegt, das Pendel nicht gerade noch einmahl so viel gehoben wird, als sich die Compensationsstange ausdehnt, so kann man sich doch durch die Schraube *g* helfen. Wird das Pendel bei zunehmender Wärme nicht genug gehoben, so darf man nur diese Schraube so drehen, dass der obere Zapfen an der Compensationsstange etwas näher gegen den Ruhepunkt des Hebels *a* gebracht wird, da dann bei der nämlichen Ausdehnung der Compensationsstange das Pendel mehr gehoben wird; oder man darf diesen Zapfen nur etwas weiter gegen die Uhr hin schrauben, wenn das Pendel mehr verkürzt würde, als nöthig wäre. Also wird man auch hier leicht durch einige Proben zu seinem Endzwecke gelangen können, dass jede Veränderung der Länge des Pendels aufs genaueste compensirt wird.

Was endlich die Eingangs gedachte, bei dieser Compensation mit angebrachte Einrichtung betrifft, die Uhr leicht, vollkommen genau, und in kurzer Zeit auf ihren richtigen Gang zu setzen; so kann solches auf folgende Art geschehen. Gesetzt, man habe durch Verschraubung des Knopfs am Perpendikel die Uhr so weit regulirt, dass sie z. B. alle 24 Stunden noch 18″ von der mittlern Zeit abweicht, so stelle man, vermöge der oben gedachten Einrichtung, den Zeiger *PQ* auf Null, ohne die Schraube *No* zu verrücken, und befestige ihn wie-

der in dieser Stellung, dass er sich nun mit der gedachten Schraube zugleich bewegen muss. Nun rücke man den Zeiger durch Umdrehung dieser Schraube nach einer solchen Richtung, dass das Pendel länger wird, wenn die Uhr zu geschwind geht, oder kürzer, wenn sich die Uhr verspätet, anfänglich nur auf das Gerathewohl, um eine grössere oder kleinere Menge Hunderttheile fort, und lasse nun, um zu erfahren wie viel der Gang der Uhr dadurch geändert worden, dieselbe wiederum 24 Stunden fortgehen. Gesetzt, man fände, dass sie nunmehr nur noch um 6″ fehle; so wird man leicht aus der Anzahl der Sekunden, um welche sich der Gang der Uhr durch die erste Correction geändert hat, aus der Anzahl der Hunderttheile, um welche man den Tag zuvor den Zeiger fortrückte, und aus der Zahl der Sekunden, um welche die Uhr noch differirt, nach der bekannten Berechnung der Pendellängen, finden können, um wie viel Hunderttheilchen man den Zeiger noch verstellen muss, damit die Uhr die Zeit gehörig hält, und also sehr bald dasjenige erlangen, wozu sonst, wenn man aufs gute Glück am Pendelknopfe schrauben müsste, eine grosse Menge Versuche gehören würden. Dass man sich alsdann leicht ein für allemahl eine Tabelle berechnen kann, aus welcher man augenblicklich übersehen kann, um wie viel Hunderttheilchen man den Zeiger vor- oder rückwärts stellen muss, wenn die Uhr um eine gegebene Anzahl von Sekunden in 24 Stunden geschwinder, oder

langsamer gehen soll, braucht keiner weitern Erwähnung; aber das ist noch zu bemerken, daſs das Vorzüglichste dieser Einrichtung darin besteht, daſs man die Länge des Pendels schon um etwas beträchtliches verändern kann, ohne deswegen die Uhr in ihrem Gange zu unterbrechen, welches allerdings von Wichtigkeit ist, da es bekannt ist, daſs jede Uhr, nachdem sie aufgehalten, und alsdann aufs neue wieder in Gang gebracht worden, allemahl die erste Zeit über eine andere Bewegung annimmt, als sie gehabt haben würde, wenn sie ununterbrochen fortgegangen wäre.

Aus dem bisher Gesagten erhellet, daſs der Gang der Uhr, von welcher hier die Rede ist, schon deswegen sehr gut seyn muſs, weil er sich so leicht berichtigen läſst; aber von der Compensation und leichten Correction des Ganges hängt freilich die gleichförmige Bewegung einer Uhr noch nicht allemahl ab. Füge ich aber dem Gesagten noch bei, daſs, ungeachtet weder die Zapfen dieser Uhr in harten Steinen, sondern nur in hart gehämmertem Messing laufen, noch auch die Platten des Ankers aus dergleichen Steinen, wohl aber aus dem besten englischen glasharten Stahle bestehen, doch ihr Gang deswegen sehr vollkommen ist, weil 1. durch ihren sehr einfachen Bau, (sie weiset mit 2 Rädern und Einem Getriebe im Gehe-, und Einem Rade und Einem Getriebe im Weiserwerke, Stunden, Minuten und Sekunden, ohne allen Spielraum der Weiser, und zwar die Sekunden mit einem $6\frac{1}{2}$ Zoll

langen, nicht schwebenden Zeiger,) eine Menge ungleich wirkender Hindernisse gehoben worden, wodurch die Irregularität anderer 8 Tage und länger in einem Aufzuge gehender Uhren verursacht wird; 2. weil die Reibung der einzelnen Theile derselben unter sich so geringe ist, dass, um die Uhr beständig im Gange zu erhalten, ein Gewicht von mehr nicht als 24¼ Loth nöthig ist; 3. weil sie, ungeachtet sie am besten alle 24 Stunden aufgezogen wird, dennoch dadurch nicht die geringste Störung in ihrer Bewegung leidet, weil keine Hülfsfeder, (von der man doch nie versichert ist, dass sie gerade mit der nämlichen Gewalt, als sonst das Gewicht, die Uhr zur Bewegung antreibt, und allemahl, so lange sie noch nach dem Aufziehen mit dem Gewichte zugleich auf die Uhr wirkt, ihren Gang ändern muss,) sondern das Uhrgewicht selbst sie auch während des Aufziehens unverändert, ganz so wie sonst im Gange erhält; 4. weil alle Stücke dieser Uhr mit der äussersten Sorgfalt bearbeitet, und überall, wo es nöthig, z. B. am Anker, desgleichen an dem Haken *VYi*, der dem Pendel die Bewegung mittheilt, um leicht einen gleichen Abfall zu erhalten, Correctionsschrauben angebracht sind; vorzüglich aber, weil die Zähne der Räder auf einer Maschine, und also auch mit der nämlichen Genauigkeit bearbeitet werden, auf welcher schon mehrere-mahl mathematische Instrumente, von nicht mehr als 4 Zoll Radius, so genau eingetheilt worden, dass sich, vermöge derselben und des auf eben dieser

Maschine getheilten Nonius, Winkel bis auf $\frac{1}{2}$ Minute genau ohne Schätzung, und durch dieselbe noch genauer messen lassen; 5. weil das Uhrgewicht nie bei dem Pendel vorbeigeht, also auch die Bewegung desselben nie irritiren kann; und weil 6. um nicht zu weitläufig zu werden, überhaupt alle ältere und neuere mir bekannt gewordne hierher Bezug habende Bemerkungen benutzt worden sind: so wird man, wie ich hoffe, meinen Worten Glauben geben.

Schliesslich zeige ich noch an, dass dergleichen Uhren künftig, nach Ablauf eines halben Jahres von der Zeit der Bestellung an, für 80 Rthlr. in Louisd'or à 5 Rthlr., halb bei der Bestellung praenumerando zu entrichten, jedoch ohne das hölzerne Gehäuse, bei mir zu haben seyn werden; ich werde aber von dem Gehäuse allemahl eine Zeichnung beilegen, nach welcher dasselbe jeder Tischler leicht wird verfertigen können.

V.

V.

Alexander von Humboldt's neue physikalische Beobachtungen im spanischen Amerika.

Aus Briefen an Fourcroy und Lalande. *)

1. *Aus einem Briefe an Fourcroy.* **)

Guayra d. 5ten Pluv. J. 8, (den 25. Jan. 1800.)

Das gelbe Fieber, welches in dieser Seestadt Südamerika's wüthet, zwingt uns, unsern Aufenthalt so sehr als möglich abzukürzen, daher ich Ihnen nur in aller Eil mit einem amerikanischen Schiffe schreibe, das in 2 Tagen nach Boston segelt. Man pflegt hier einen Brief in 4 bis 5 Copien nach Europa zu senden, damit er bei den vielen Kapereien sicher ankomme. Wo soll ich aber dazu die Zeit hernehmen? Seit meiner Abfahrt von Teneriffa habe ich Ihnen zweimahl geschrieben, an Delambre und Lalande einen Auszug aus meinen astronomischen

*) Vergleiche des Hrn. von Humboldt's frühere physikalische Nachrichten auf seiner Reise, in den *Annalen der Physik*, IV, 443, und VI, 185, besonders VI, 193. d. H.

**) Zusammengezogen aus einem complimentenreichen Briefe in den *Annales de Chimie*, t. 35, pag. 102 — 111. d. H.

Beobachtungen überschickt, (interessante Längenbestimmungen, Beobachtung der Sonnenfinsterniss am 6ten Brumaire, Trabanten - Verfinsterungen, und Beobachtungen über die Lichtstärke südlicher Sterne,) *) und dem National-Institute eine chemische Abhandlung zugesandt. Die letztere handelt von der Phosphorescenz des Meeres, von einem eigenthümlichen Gas, welches sich in der Sonne aus der frischen Frucht (*cerise*) der *Caffea arabica*, nach 36 Stunden entwickelt, (ein oxydirtes Kohlenstoff-Wasserstoffgas, (*un carbure d'hydrogène oxydé et gazeux*,) welches vom Wasser absorbirt, diesem einen Alkohol-Geschmack giebt); von einem schneeweissen Feldspathe, der angefeuchtet allen Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft absorbirt; von der Milch der *Cecropia peltata* und der *Euphorbia curassavica*, im Verfolge Ihrer und Chaptal's trefflicher Aufsätze über das *Caoutchouc*; und von der Luft, die in den Vegetabilien circulirt. Möge alles dieses nicht unterweges verloren gegangen seyn.

Ich geniesse der besten Gesundheit, und werde von den Eingebohrnen mit Güte überhäuft. Die Empfehlungen und Begünstigungen der Regierung verschaffen mir alle zu wünschende Gelegenheit zu nützlichen wissenschaftlichen Untersuchungen. Keins meiner Instrumente, selbst die delikatesten, wie die Barometer, Thermometer, Hygrometer und das Bordaische Inclinatorium, ist bis jetzt im Ge-

*) Man vergl. den folgenden Brief. d. H.

ringsten in Unordnung gekommen, und im Innern der Missionen unter den *Chaymas*, in den Bergen von *Toumiriquiri*, war mein Laboratorium völlig so gut versehn als zu Paris.

Mein Gefährte Bonpland, Eleve des botanischen Gartens zu Paris, wird mir täglich schätzbarer. Er ist ein gründlicher Botaniker und vergleichender Anatom, dabei unermüdlich, und wird sicher einst viel leisten. Während der 7 Monate, die wir uns in diesem schönen Erdtheile befinden, haben wir, einschliesslich der Doubletten, schon gegen 4000 Pflanzen eingelegt, mehr als 800 neue oder wenig bekannte Arten beschrieben, (besonders neue Palmenarten, Kryptogamisten, *Besaria* und *Melastoma*,) vielen Samen für den botanischen Garten gesammelt, der in 2 Decaden an das Museum und an Sir Joseph Banks abgehn soll, Insecten und Muscheln gesammelt, und viele Zeichnungen zur Anatomie des Seegewürms verfertigt. Dazu kommen eine Menge magnetischer und electrischer Versuche, Beobachtungen über Feuchtigkeit, Temperatur und Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft, eine Messung der ganzen hohen Gebirgskette, die sich bis an die Küste von *Paria* hinzieht, deren Vulkane, (welche brennbare Luft, Schwefel und hepatisches Wasser auswerfen,) wir untersucht haben.

Fünf Monate haben wir im Innern Neu-Andalusiens und an den Küsten Paria's zugebracht, wo wir im Brumaire sehr starke Erdbeben erlebten. Die

Einwohner sind Indier, theils wilde, theils erst seit 5 bis 6 Jahren civilisirte. Wie soll ich Ihnen die dortige majestätische Vegetation der Wälder von *Celba*, *Hura* und *Hymenea* schildern, die nie ein Sonnenstrahl durchdringt; wie die mannigfaltigen Thiere, die sie bewohnen, die prächtig gefiederten Vögel, die Affen, die Tieger, und die über 30 Fuss langen Kaimans, von denen alle Flüsse voll sind?

Von *Cumana* gingen wir nach *Caraccas*, und blieben in dieser anmuthigen Hauptstadt den Frimaire und Nivose über. Sie liegt in einem 426 Toisen hohen Thale, wo, in 10° 31′ Breite, die Temperatur von Paris herrscht. Von dort bestiegen wir die berühmte *Silla* (?) *de Caraccas* oder die *Sierra de Avila*, wo wir in einer Höhe von 1316 Toisen schöne prismatische Krystalle von Titanium, und Dendriten aus Titankalk fanden. — Von hier wollen wir nun über *Varina* und die Schneegebirge *Meridas* zu den Wasserfällen des *Rio Negro*, und in die unbekannten Länder des *Oronoco*, und dann über *Guiana* nach *Cumana* zurückkehren, von wo ich nach der Havanna und nach Mexico zu segeln denke. Wie Sie sehn, mein theurer Freund, fehlt es uns wenigstens nicht an Muth. — — —

Da ich selbst 4 Monat lang auf dem Wege nach Aegypten war, so können Sie denken, wie sehr mich die Siegesnachrichten der Orientalischen Armee und die glorreiche Rückkunft Bonaparte's, Berthollet's und Monge's interessirt haben. Wie

sehr wünschte ich Berthollet zu sehn, und wie bedaure ich unsern armen Dolomieu! — — —

Schon vor 3 Jahren und länger stellte ich gegen ihn und Lamétherie die Behauptung auf, dass in den Urgebirgen Italiens, Frankreichs, der Schweiz, Deutschlands, Polens, (und jetzt kann ich noch hinzufügen: Spaniens,) in den Lagern des geschichteten Granits und des Thon-, Glimmer- und Hornblendschiefers, (*cornéennes schisteuses,*) ein *Parallelismus in der Richtung* herrscht, dass alle diese Lager nordwestlich einfallen, so dass ihre Richtung mit der Erdachse einen Winkel von 45° bis 57° macht, dass diese Neigung und Richtung unabhängig von der Richtung und der Gestalt der Gebirge ist, und die Thäler darauf keinen Einfluss haben, so dass sie eine viel allgemeinere, mehr ins Grosse gehende Ursach haben müssen, die auf einer Anziehung der Theilchen beim Erhärten der Erde zu beruhen scheint. Da ich den grössten Theil Europa's mit Sextanten und Boussolen zu Fusse durchreist bin, habe ich ausgebreitete Beobachtungen hierüber sammeln können; mein Manuscript *über die Richtung und Identität der Gebirgslager, oder über die Bildung der Erde,* woran ich seit 1791 gearbeitet habe, ist in den Händen meines Bruders, soll aber nicht eher erscheinen, als bis ich noch mehr gesehn habe. Zu meinem grössten Verwundern habe ich in den Cordilleren von Paria, Neu-Andalusien, Neu-Barcellona und Venezuela, dasselbe Gesetz und dieselbe Richtung in den Gebirgslagern der neuen Welt, unweit des Aequators gefunden.

Sie erinnern ſich der intereſſanten Beobachtungen Coulomb's über die Luft, die aus den Baumſtämmen, wenn man ſie durchbohrt, in kleinen Exploſionen herauskömmt. Ich habe hier dieſe Beobachtungen an der *Cluſea roſacea* wiederholt, einer milchigen Pflanze, die ein elaſtiſches Gluten giebt, und in deren Gefäſsen, (den *pneumato-chimiferis* Hedwig's, oder den *cochleatis* Malpighi's,) eine ungeheure Menge von Luft circulirt. Dieſe Luft enthält bis auf 0,35 Sauerſtoff, und dient daher höchſt wahrſcheinlich, gleich der Luft im menſchlichen Körper, durch Verſchluckung des Sauerſtoffs den fibröſen Theil zu coaguliren. Die Blätter dieſes Baums, unter Waſſer der Sonne ausgeſetzt, geben kein Kubik-Millimètre Luft. — Dagegen fand ich, ungeachtet der Sauerſtoffgehalt der atmoſphäriſchen Luft hier, beſonders bei Nacht, meiſt über 0,305 ſteigt, in den Schoten und Fruchtkapſeln der Aequinoctial-Pflanzen, z. B. in der *Paullinia*, eine Luft, die nur 0,24 bis 0,25 Theile, und in den *Culmis geniculatis* eine Luft, die ſelbſt nur 0,15 Theile Sauerſtoff enthielt. Ich ſchlieſse daraus, daſs die in den Pflanzen circulirende Luft ſtets reiner, die ruhende Luft in den Kapſeln oder *utriculis* der Pflanzen dagegen immer weniger rein als die atmoſphäriſche Luft iſt. Erſtere wird in den Organen, die das Waſſer zerſetzen, friſch erzeugt, und dahin geführt, wo ſie durch den Ueberfluſs an Sauerſtoff den Faſerſtoff präcipitiren und das faſrige Gewebe bilden ſoll; letztere iſt der Rück-

stand des Gas, welcher bleibt, nachdem dieses Geschäft vollendet ist.

---

2. *Aus einem Briefe an Lalande.* *)

Caracoas d. 23. Frim. J. 8., (14ten Dec. 1799.)

Wenig Wochen nach meiner Ankunft in das südliche Amerika, überschickte ich Delambre einen Auszug aus meinen astronomischen Beobachtungen, weil ich hoffte, dass einige derselben das *Bureau des Longitudes* interessiren würden. Da ich aber höre, dass die Brigg, der ich den Brief anvertraut hatte, in dem grossen Sturme, der neulich diese tropischen Gegenden verheert hat, unweit Guadeloupe untergegangen ist, so glaube ich Sie aufs neue von meinen Arbeiten unterhalten zu müssen.

Nach einer Fahrt vom 17ten Prairial Jahr 7 bis zum 28sten Messidor, auf der Fregatte Pizaro, langte ich auf der Küste von Paria an. **) Zwar ging mein Plan nach der Havanna und nach Mexico, doch konnte ich dem Reize nicht widerstehn, die Wunder des Oronoko und die hohen Cordilleren

*) Ausgezogen, mit Uebergehung des dem Leser der *Annalen* aus den frühern Nachrichten des Herrn v. Humboldt's schon vollständig Bekannten, aus dem *Magazin Encyclopédique*, *Ann.* 8, p. 376—391. *d. H.*

**) Vergl. *Annalen der Physik*, IV, 443. *d. H.*

zu sehn, die sich vom Hochlande von Quito nach den Flüssen von Guarapeche und Arco ziehn. — Da ich so eben von einer höchst interessanten Reise ins Innere von *Paria*, durch die Cordilleren von *Cocolar*, *Tumeri* und *Guiri*, und zu den dortigen noch von keinem Naturforscher besuchten Kapuzinermissionen zurückkomme, wobei ich auch meine astronomischen Instrumente, (einen Birdschen Quadranten, Ramsdensche und Troughtonsche Sextanten, Fernröhre und Chronometer,) auf 3 Maulöseln mit mir nahm, so hätte ich vielleicht mehr für Astronomie thun können. Aber Sie wissen, dass Astronomie von meinem Hauptzwecke, (Physik, Geologie, Eudiometrie und Physiologie der Thiere und der Pflanzen,) ziemlich weit abliegt, und unter 10° Breite läfst sich nicht so anhaltend arbeiten als unter 49°. Ich habe lieber wenig Beobachtungen, diese aber mit möglichster Genauigkeit, als viele mittelmäfsige machen wollen, und sie in mein Journal im gröfsten Detail aufgezeichnet, damit man, sollte ich auf meiner Reise sterben, wie es sehr möglich ist, über ihre Genauigkeit urtheilen könne.

In den beiden Aufsätzen, die ich von Spanien aus an Delambre überschickt habe, finden Sie meine europäischen Beobachtungen mit Borda's *neuem Inclinatorio*.*) Ich bemerkte dort, dafs auf dem festen Lande örtliche Gründe stärkern Einfluss

*) *Annalen der Physik*, IV, 448 f. d. H.

auf die Inclination als auf die Declination der Magnetnadel haben, und daſs zwiſchen der Lage der Beobachtungsörter und der Inclinationen keine beſtimmte Abhängigkeit und Correſpondenz ſtatt zu finden ſcheint. Daſſelbe finde ich in der neuen Welt, im Innern Neu-Andaluſiens beſtätigt, und werden ſicher auch Nouet's ägyptiſche Beobachtungen erhärten. *) Zwar werden auch die Declinationen von örtlichen Urſachen afficirt, doch, wie ich behaupten darf, *ſehr viel weniger*; auf dem Meere ſind ſie noch viel regelmäſsiger und verändern ſich viel gleichförmiger.

Ich gebe Ihnen hier nur die Inclinations-Beobachtungen, die bis auf 15′ zuverläſſig ſind. Zur Zeit der Windſtille erhielt ich ſie auf der See noch genauer, und dann lieſsen ſich auch die Schwingungszeiten der Nadel ſehr gut beſtimmen. Findet man bei 5 oder 6 wiederholten Zählungen ſtets dieſelbe Zahl in einerlei Zeit, und halten ſie an, indem man das Inſtrument aus der Stelle bewegt, ſo, glaube ich, kann man den Reſultaten trauen. Ungeachtet Windſtillen zwiſchen den Wendekreiſen nicht ſelten ſind, ſo konnte ich in 40 Tagen doch nur 10 recht genaue Beobachtungen anſtellen.

*) Vergl. *Annal. der Phyſ.*, VI, 187, Anm. *d. H.*

Beobachtungsort im Jahr 8.	Breite.	Länge vom ersten Meridian.	Inclinationen in 100-theiligen Graden.	Inclinationen in alten.	Magnet. Kraft: Zahl der Schwingungen in 10 Minuten.
Paris	48° 50′ 15″	20° O.	77°,15	69° 28′	245
Nimes	43 50 12	21 59′	72 ,65	65 23	240
Montpellier	43 36 29	21 32,5	72 ,29	65 53	245
Marseille	42 17 49	23 3,5	72 ,40	65 10	240
Perpignan	42 41 53	20 33,5	72 ,55	65 18	248
Barcellona	41 23 8	19 52	71 ,80	64 37	245
Madrid	40 25 18	13 58	75 ,20	67 41	240
Valenzia	39 28 55	17 29	70 ,70	63 38	235
Medina del Campo			73 ,50	66 9	240
Guadarama			73 ,50	66 9	240
Ferrol	43 29	9 24,5	76 ,15	68 32	237
Auf dem atlantischen Meere zwischen Afrika u. Amerika.	38 52 15	3 40	75 ,18	67 40	242
	37 14 10	3 30	74 ,90	67 30	242
	32 15 54	2 52,5	71 ,50	64 21	
	25 15	— 36 W.	67	60 18	239
	21 36	5 39	64 ,20	57 49	237
	20 8	8 34	63	56 42	236
	14 20	28 3	58 ,80	52 55	239
	12 34	33 14	50 ,15	45 8	234
	10 46	41 24	46 ,40	41 46	229
	10 59 30	44 31,5	46 ,50	41 57	237 *)

*) Vergleicht man diese Angaben mit denen in den *Annalen*, IV, 452, so stimmen die Landbeobachtungen in beiden Briefen völlig überein, bis auf eine unbedeutende Abweichung in der Länge Perpignans; unter den Seebeobachtungen erkennt man aber nur zwei wieder; dagegen stimmen die Angaben in den *Annalen*, VI, 186, völlig mit diesen zusammen, obschon sie minder vollständig sind.

d. H.

Im Jahre 1776 war, nach *Cavallo*, unter einer

Breite	und einer Länge	die Inclination
von 24° 24'	von 18° 11'	59° —
10° —	22 52	44 12'
0 —	37 38	30 3*)

Seitdem sich Coulomb und Cassini nicht mehr mit Declinations-Beobachtungen abgeben, kenne ich keinen Ort der Erde, wo die Abweichung bis auf 10", und nicht zehn, wo sie bis auf 1' zuverlässig bestimmt würde. Welche Ungewissheit herrscht nicht noch jetzt über die wahre Abweichung der Magnetnadel zu Paris. **) Meine zehn Meeresbeobachtungen werden dazu dienen können, in der Folge, zu bestimmen, ob sich die Inclinationen schnell ändern. Die Breite und Länge derselben sind stets in derselben Stunde mit Genauigkeit, durch Hülfe eines Ramsdenschen von 15 zu 15 Sekunden getheilten Sextanten und des Berthoudschen Chronometers bestimmt worden. Sie sehn aus ihnen, dass die Inclinationen von 37° Breite an ausnehmend schnell abnehmen, und dass sie von 37 bis 48° Breite, weniger nach Osten als nach Westen hin zunehmen.

*) Im Jahre 1799 war, nach Nouet's Beobachtungen, zu Alexandrien unter 31° 13' Breite und 47° 34' östl. Länge, die Inclination 47° 30', die Schwingungszahl der Inclinationsnadel in 10 Minuten 208. *Annalen der Physik*, VI, 171 und 183. *d. H.*

**) Die Verhandlungen darüber in einem der folgenden Stücke der Annalen. *d. H.*

Es scheint mir, als wenn in der hohen Kette von Kalkbergen dieser Provinz unweit des Aequators kleine Erhöhungen über dem Niveau des Meeres die Inclinationen weit stärker, als die viel höhern Berge in den Pyrenäen und in Alt-Kastilien stören. Zum Beweise führe ich Beobachtungen an vier Orten an, die ziemlich genau in einem Bogen von Nord nach Süd, (der 24′ fasst,) liegen:

	Höhe über dem Meere.	Inclination, 100 grad. Einthei-lung.	alte.	Schwin-gungen in 10 Mi-nuten.
Cumana	24 par. Fufs	44°, 20	39° 47′	229
Zueteppe	1111,2	43 , 30	38° 58	229
Impossibile	1470	43 , 15	38 60	233
Cumanacoa	636	43 , 20	38 53	228
Cocollar	2352	42 , 60	38 30	229

Wie man aus dem Memorandum für die La Perouse begleitenden Physiker sieht,*) glaubte Borda, die *Intensität der magnetischen Kraft* sey überall auf der Erde dieselbe, indem er die geringe Verschiedenheit, die er in ihr zu Cadix, Teneriffa und Brest gefunden hatte, der Unvollkommenheit der Boussole zuschrieb. Er forderte mich auf, dieses zu verificiren. Sie sehn, dass die magnetische Kraft allerdings so verschieden ist, dass sie zwischen Paris und Cumana sich *von 245 bis* 229 *Schwingungen* in 10 Minuten verringert hat, obschon sie nicht mit den Inclinationen abnimmt. Diese Verringerung ist zuverlässig keiner Abnahme an Güte in der Nadel

*) Vergl. *Annalen der Physik*, VI, 319. *d. H.*

oder sonstigen zufälligen Umständen zuzuschreiben; denn dieselbe Nadel machte in gleicher Zeit in Paris 245, in Girona 232, in Barcellona 245, in Valencia 235 Schwingungen, und gab nach einer Reise von mehrern Monaten an demselben Orte gerade dieselbe Schwingungszahl als vor der Abreise. Diese ist auf freiem Felde, in einer Stube, in einer Höhle immer dieselbe, so dass die magnetische Kraft an einem Orte überall und lange Zeit über unverändert dieselbe ist, und eine beständige Kraft, gleich der Schwere, zu seyn scheint.

Ich hatte das Mißvergnügen, auf dem Meere keine recht genaue *Declinations-Beobachtungen* anstellen zu können. Aller Mühe, die ich mir gegeben habe, ungeachtet, konnte ich keinen Declinations-Kompass, der auch nur bis auf 40′ Sicherheit gegeben hätte, zu Kauf auftreiben. Das ist der Grund, warum ich Ihnen nichts von den Abweichungen auf dem Meere sage. Zuverlässig ist indess der Nullpunkt für die Abweichung schon sehr viel weiter nach Westen fortgerückt, als auf Lambert's Karte im Berliner astronomischen Jahrbuche für 1779. Eine sehr gute Beobachtung aus dem Jahre 1776, auf einem englischen Schiffe aus Liverpool, setzt diesen Nullpunkt in 29° nördl. Breite und 66° 40′ westl. Länge. An zwei Orten auf der Küste Süd-Amerika's habe ich die Abweichung mit einer Boussole von Lenoir, in welcher die Nadel an einem Faden hing, nach Art Prony's und des Hrn. von Zach durch Azimutal-Bestimmung eines Signals

mittelst eines Sextanten, mit aller Sorgfalt beobachtet. Sie war im Vendemiaire, (Oktober 1799,) zu Mittag in *Cumana*, und zwanzig Lieues weiter nach Osten 4° 13′ 45″ östlich; in *Caripe*, (dem Hauptorte der Kapuziner-Missionen unter den Chaimas und Caraiben,) 3° 15′ östlich. . . .

Während des *Erdbebens* zu Cumana am 4ten November 1799 veränderte sich die Inclination, nicht aber die Declination der Magnetnadel. Erstere war vor dem Stosse 44°,20 der neuen Kreistheilung; nach dem Stosse blieb sie 43°,35. Die Schwingungszahl der Inclinationsnadel war indess nach wie vor dieselbe, 229 in 10 Minuten. Dies, vereint mit andern Beobachtungen, scheint mir zu beweisen, dass sich beim Erdbeben dieser kleine Theil der Erdkugel, und nicht die Nadel verändert habe; denn in den Gegenden, wo man nie ein Erdbeben spürt, in der Urkette aus geschichtetem Granit, war die Inclination auch nachher noch so groß als zuvor.

Bei dem Interesse, welches Sie an Allem nehmen, was die Schifffahrt betrifft, werden Ihnen folgende Bemerkungen nicht unlieb seyn. Ich habe das, was Franklin und der Kapitän Jonathan Williams über den *Gebrauch des Thermometers, Untiefen zur See zu entdecken*, in den *Transact. of the American Society*, Vol. 3, p. 32, behaupten, sorgfältig geprüft, und muss es völlig bestätigen. Ich war verwundert, zu sehn, wie das Wasser, je nachdem die Tiefe desselben abnimmt, zusehends kälter wird, und wie Untiefen und Küsten sich dadurch

ankündigen. Das schlechteste Weingeist-Thermometer, ist es nur empfindlich, wird so, mitten in Sturm und Nacht, oder wenn man sonst die Sonde nicht ohne Schwierigkeit fallen lassen kann, ein wohlthätiges Instrument in der Hand selbst des unwissendsten Piloten. Ich kann dieses der Aufmerksamkeit des Bureau des Longitudes nicht genug empfehlen. Unsre ganze Mannschaft war erstaunt, zu sehn, wie schnell das Thermometer sank, als wir uns der grossen Bank näherten, die sich von Tabago nach Granada zieht, und der östlich von Margarita. Diese Beobachtungen sind um so leichter, da das Wasser des tiefen Meeres in einer Ausdehnung von zwölftausend Quadratmeilen, Tag und Nacht immer einerlei Temperatur hat, so dass das empfindlichste Thermometer während einer Fahrt von 4 bis 6 Tagen seinen Stand nicht über 0,3° ändert. In der Nähe von Untiefen war es um 2 bis 3° und mehr kälter. Diese bis jetzt vergessne Bemerkung Franklin's kann für die Schifffahrt einst sehr nützlich werden; nicht, als wenn man das Senkblei wegwerfen, und sich allein auf das Thermometer verlassen sollte; das wäre eine Thorheit: sondern weil die Beobachtungen sich so leicht vervielfältigen lassen, auch das Thermometer die Gefahr weit eher als das Senkblei anzeigt, indem das kältere Wasser über der Untiefe auch die Temperatur des benachbarten vermindert. *) Ich kann versichern, dass dieses

*) Nach des Grafen Rumford's Lehre von der

nenen Mittel nicht unzuverläſsiger iſt, als das Log und andere Hülfsmittel der Nautik. Sinkt das Thermometer nicht, ſo darf man ſich zwar noch nicht ganz ſicher vor Untiefen halten; ſinkt es aber, ſo muſs man auf ſeiner Hut ſeyn. Dieſe Warnung iſt wahrlich weit ſchätzbarer, als die unſrer Seekarten, wo die Untiefen meiſt höchſt fehlerhaft angegeben ſind, und ein Thermometer in einen Eimer Seewaſſer zu tauchen, iſt gewiſs etwas gar leichtes.

Ich habe ferner häufig das *ſpecifiſche Gewicht* und die *Temperatur des Meerwaſſers* an der Oberfläche und in gewiſſen Tiefen, mittelſt einer Dollondſchen Wage und mit Thermometern gemeſſen, die in Sonden ſitzen, welche mit einem Ventil verſehen ſind. Da meine Inſtrumente nach den beſten Pariſer abgeglichen ſind, und ich meiner Länge ſicherer, als man es gewöhnlich iſt, ſeyn konnte; ſo wird die kleine Karte, in der ich die Reſultate dieſer Verſuche bekannt zu machen denke, ganz intereſſant ſeyn. Unter 17° und 18° nördl. Breite giebt es im Meere zwiſchen Afrika und Weſtindien eine Zone, wo, ohne daſs eine auſserordentliche Strömung ſtatt fände, das Waſſer dichter iſt, als unter einer kleinern Breite. Hier einige Verſuche über die *Temperatur* des Meerwaſſers:

Nördl.

Nichtleitung des Waſſers für Wärme, wird dieſes ſchwerlich der Fall ſeyn. *d. H.*

Nördl. Breite.	Länge vom ersten Meridiane.	Temperatur des Meerwassers an der Oberfläche.	der Luft.
43° 29′	9° 29′ O.	12°	18°
39 10	3 41,5′	12	13
36 3	2 57	12	14
35 8	2 15	13	16,5
32 15	2 52,5	14,2	13,5
30 35	3 6	15	16
28 55	2 37,5	15	17
26 51	— 47	16	15
20 8	8 33 W.	17	16
18 53	10 5	17,4	17
18 8	13 2	17,9	19
17 26	15 26	18	16
15 22	22 49	18,5	20
14 57	24 40	19	17
13 51	30 2,5	19,8	18,9
10 46	41 24	20,7	20,3
10 28	46 31	21	17 bis 27
10 29 (auf einer Untiefe.)	46 35	17,8	23

Dieser Brief war schon in Cumana geschrieben. Aus Mangel an sicherer Gelegenheit muſste ich ihn mit hierher, nach dieser groſsen Hauptstadt der Provinz *Caraccas* nehmen, die in einem an Cacao, Baumwolle und Kaffee reichen Thale, 400 Toisen über dem Meere liegt, und ganz das europäische Klima genieſst. Das Thermometer fällt Nachts bis 11°, und steigt am Tage nie über 17 bis 18°. *)

*) Auch seine Beobachtungen über die *atmosphärische Ebbe und Fluth* erwähnt Herr von Humboldt in diesem Briefe aufs neue. Ich übergehe sie, da sie in den *Annalen der Physik*, VI, 188, schon viel umständlicher mitgetheilt sind, und hier kein neuer

— — Die *Gewitter*, welche hier täglich auf den Durchgang der Sonne durch den Meridian zu folgen pflegen, machen correſpondirende Höhenbeobachtungen ſehr miſslich und beſchwerlich, da man die Abendbeobachtungen zu oft verliert. — — Die Gewitter nach dem Erdbeben in Cumana brachten mich um die Immerſionen des zweiten Jupiterstrabanten am 11ten und 18ten Brumaire. Hier die vorzüglichſten Längenbeſtimmungen, mittelſt Berthoud's Chronometer, aus den beobachteten Stundenwinkeln berechnet. Auch habe ich viele Beobachtungen von Mondsdiſtanzen, die ich aber hier nicht berechnen kann.

Cumana, im Schloſs St. Antonio 10° 27′ 37″ *Breite*, und, (die Länge von Madrit zu 13° 58′ angenommen,) *weſtliche Länge*	46°	31′	—
Puerto Eſpana in der Inſel *St. Trinidad*	43	49	30″
Tabago, das öſtliche Vorgebirge,	42	47	30
Macanao, der Weſttheil der Inſel *St. Margarita*,	46	35	30
Punta Araya in Neu-Andaluſien	46	35	30
Inſel *Coche*; das öſtliche Vorgebirge	46	12	—
Bocca de Drago, (nicht zuverläſſig,)	44	23	—
Cabo de tres Puntas	44	54	30

Caraccas, à la Trinité, 10° 31′ 4″ Breite; ſehr gut.

Umſtand, als lediglich der hinzugefügt wird, daſs weder Wind, noch Gewitter, noch Erdbeben auf jene regelmäſsige tägliche Variation im Barometerſtande den geringſten Einfluſs haben, und daſs, nach Verſicherung des Bürgers Richard, dieſe tägliche Variation zu Surinam 2 Linien betrage.

d. H.

Diese Beobachtungen sind, um so interessanter, da alle Karten hier sehr schlecht sind, und die Uebereinstimmung meiner Längen von Teneriffa und Tabago mit den Beobachtungen Borda's und Chabert's von 2" bis 5" Zeit, mir die Vortrefflichkeit meines Chronometers beweisen.

Die Schönheit der Nächte zwischen den Wendekreisen veranlasste mich, die *Lichtstärke südlicher Sterne* mit einander zu vergleichen, die sich seit La Caille, bei mehrern im Kranich, Altar, Tucan, und im Fuse des Centauers verändert zu haben scheint. Ich bediene mich dabei der von Herschel angegebnen Methode, und ähnlicher Diaphragmen, wie bei den Trabanten. Hat das Licht des Sirus 100, und das des Procyon 88 solcher Theile, so hat deren, nach meinen Beobachtungen, das Licht des

Canopus	98 Th.	α im Phönix	65 Th.
α im Centauer	96	α im Pfau	78
Acharnar	94	α im Kranich	81
α im Indianer	50	β — —	75
β — — —	47	γ — —	58
α im Tucan	70		

VI.

EINIGE VERSUCHE

mit VOLTA's *Säule; daſs Electricität die thieriſche Ausdünſtung vermehrt; iſt Waſſer ein Nichtleiter der Wärme?*

Aus einem Briefe an den Herausgeber

vom

Prof. J. K. P. GRIMM

zu Breslau.

Verſuche mit Volta's galvaniſch - electriſcher Säule.

Sobald die neuen Verſuche über den Galvanismus zu Breslau bekannt geworden waren, ſetzte Herr Mechanikus **Klingert** eine Voltaiſche Säule aus 100 Zink-, 100 Silber- und 100 Tuchplatten zuſammen. Die ſilbernen Platten waren noch ungeſtempelte preuſsiſche Thaler, welche die hieſige Münze auf einige Zeit lieh. Dieſer Apparat blieb ungefähr 2 Wochen in der Wohnung des Herrn **Klingert's**, welcher zu jeder Stunde bereitwillig war, die Wirkungen deſſelben jedem, der zu ihm kam, zu zeigen. Hierauf kam der Apparat in das Lazareth des in den hieſigen Vorſtädten ſtehenden Kavallerie-Regiments, wo man einige Wochen lang die galvaniſche Electricität bei einem 19jährigen Menſchen, der blind geworden war, anwendete,

(wie? ist mir nicht bekannt,) ohne doch an den Augen eine Veränderung hervorzubringen; und nun wurde der Voltaische Apparat vom Herrn Klingert mir auf 14 Tage übergeben, während deren ich erst die wichtigsten Versuche Nicholson's und Carlisle's, (*Annalen*, VI, 340,) wiederhohlte, und dann die neuen Versuche anstellte, worüber ich hier Bericht abstatten will. Gern hätte ich noch manche andere Flüssigkeit der Einwirkung der galvanischen Electricität ausgesetzt, doch musste das Silber wieder abgeliefert werden.

Um die Luft beim Zersetzen der Flüssigkeiten bequem sammeln zu können, hatte Herr Klingert auf dem Gestelle, worauf die Voltaische Säule ruhte, eine hölzerne horizontale Scheibe von $5\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser angebracht, und in diese ein 9 Zoll langes Messingstäbchen eingekittet, dessen oberes Ende horizontal gebogen war, und einen Einschnitt hatte, um die Glasröhre Fig. 5 mit ihrem Messingbleche *g*, und die doppelte Glasröhre Fig. 6 mittelst des Messingblechs *a* in senkrechter Richtung darein einzuhängen. Die *einfache* Glasröhre, Fig. 5, ist oben und unten mit Korkstöpseln verschlossen, durch welche die Drähte *h* und *f* gehen. Von der *doppelten* Glasröhre, Fig. 6, endigt sich die eine in eine Kugel, die andere ist mit einem Korkstöpsel zugestopft. Auch die untern Enden beider Röhren werden, nachdem diese mit der zu untersuchenden Flüssigkeit angefüllt sind, mit Korkstöpseln zugestopft, durch welche die Drähte *c* und *d* gehen. *b* ist eine kleine hohle Glasröhre,

welche mit der einen Oeffnung in die Röhre *K*, und mit der andern in die Röhre *M* eingekittet ist, folglich die Communication zwischen den Röhren *M* und *K* unterhält. Man hängt diese Doppelröhre mit dem Messingbleche *a* an das Messingstäbchen, so dass die beiden Röhren in zwei mit Wasser angefüllte Gläser, die auf der Scheibe des Messingstäbchens stehen, versenkt sind, und hängt dann die Drähte der Voltaischen Säule in *c* und *d* an. Diese Vorrichtung gewährt den Vortheil, das an diesen Drähten sich entwickelnde Gas besonders zu sammeln und eine genaue Untersuchung mit demselben anstellen zu können. Jede der Glasröhren ist 9 Zoll lang, und hat $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser. *)

Erster Versuch. Ich füllte die doppelte Glasröhre mit einer Auflösung von *schwefelsaurem Eisen* in Wasser. An dem einen Drahte, (es waren Kupferdrähte,) entwickelte sich sehr vieles Gas; am andern erfolgte weder eine Gasentwickelung noch eine Verkalkung. Die entwickelte Luft war Wasserstoffgas. Während es von der Spitze des Drahts emporstieg, zeigte sich in der Flüssigkeit selbst keine Veränderung; sobald sich aber im obern Theile der Röhre einige Bläschen gesammelt hatten, ent-

*) Davy's einfaches Mittel, durch Zwischenwirkung thierischer oder vegetabilischer Fibern, die Flüssigkeiten mittelst jedes beider Drähte in abgesonderten Gefäfsen zu zersetzen, war damahls noch nicht bekannt. *d. H.*

stand dort ein schwarzer Niederschlag, der immer stärker wurde, je mehr Luft sich daselbst anhäufte, zuletzt die innern Wände des obern Theils der Röhre, so weit sie voll Luft war, gänzlich überzog, und nichts anderes als regulinisches Eisen war: ein Resultat, denen vollkommen ähnlich, welche Cruickshank, (*Annalen der Physik*, VI, pag. 364.) erhielt, als er Auflösungen von essigsaurem Blei, schwefelsaurem Kupfer und des salpetersauren Silbers der Einwirkung der galvanischen Electricität aussetzte.

Zweiter Versuch. Die einfache Glasröhre wurde mit noch warmen *Urin* angefüllt. Ich erwartete, daſs darin sogleich eine Zersetzung des Wassers vor sich gehen würde; diese erfolgte aber nicht. Vielmehr überzeugte ich mich, daſs die galvanische Electricität bisweilen eher auf andere Bestandtheile wirkt, und erst, wenn sie diese abgeschieden hat, eine Zersetzung des Wassers bewirkt. Sobald die Drähte mit dem Apparate waren in Verbindung gesetzt worden, überzogen sich beide Drähte von oben bis unten mit einer weiſsen Wolke, und erst nach und nach trennte sich von ihnen dieser Schleim, und senkte sich in Gestalt kleiner Wolken auf den Boden der Röhre. Während dieses chemischen Prozesses, der 1 Stunde und 10 Minuten dauerte, entwickelte sich kein Gas, und erst nach Beendigung desselben ging die Gasentwickelung an dem einen Drahte vor sich, an dem andern die Verkalkung. Die erhaltne Luft war Wasserstoffgas.

Dritter Versuch. An dem *Terpenthinöhle*, ungeachtet es 12 Stunden der Einwirkung der galvanischen Electricität ausgesetzt wurde, bemerkte ich auch nicht die geringste Veränderung. Es erfolgte weder eine Verkalkung noch eine Gasentwickelung.*)

Vierter Versuch. Mit dem *Salzwasser* ging in einem Zeitraume von 24 Stunden keine grosse Veränderung vor. Ich erhielt nur an einem Drahte ein wenig Gas, und zwar Wasserstoffgas, und die Verkalkung an dem andern Drahte war unbeträchtlich. Es erfolgte aber auch eine Zersetzung des Kochsalzes. — Als *Kalkwasser* in die doppelte Glasröhre gegossen wurde, entwickelte sich an beiden Drähten Gas; an dem, wo sonst eine Verkalkung vorzugehen pflegt, Sauerstoffgas, am andern Wasserstoffgas.

Fünfter Versuch. Merkwürdig sind unstreitig die Erscheinungen bei dem sogenannten *Arbeiten* **)

*) Vergl. *Annalen*, 1801, VII, 98. *d. H.*

**) In den meisten Handbüchern der Chemie wird die *Gährung* eingetheilt in die *merkliche* und in die *unmerkliche*. Andere Weine habe ich nicht beobachtet; was aber den *Ungarwein* betrifft, so bin ich überzeugt, dass jene Eintheilung nicht auf ihn passt. Die meisten dieser Weine gerathen in den ersten drei bis vier Jahren alle Herbste in eine starke Gährung, welche der erstern nichts nachgiebt, und wobei sich sehr viel kohlensaures Gas entwickelt. Ist die Gährung beendigt, so wird der trübe Wein wieder klar, indem viele grobe

des Ungarweines, daher ich die Einwirkung der galvanischen Electricität darauf zu sehn wünsch-

Theile sich auf den Boden des Gefäßes niedersenken, und dann muss der Wein in ein anderes Gefäss gefüllt werden. Der Weinhändler nennt dieses Phänomen das *Arbeiten*. Diejenigen irren, welche das Arbeiten des Ungarweines für ein Kennzeichen der Verfälschung halten. Es erfolgt, die Weine mögen sich in einem Fasse befinden, oder schon auf Bouteillen gefüllt seyn. Im letztern Falle muss man, sobald kleine Luftbläschen in dem Weine emporzusteigen anfangen, die Pfropfe abnehmen, weil sonst die Flaschen durch das kohlensaure Gas zersprengt werden, und auch hier nach vollendeter Gährung den Wein sogleich auf andere Flaschen füllen. Das, was sich absondert, wird von dem Weinhändler das *Lager* genannt. Nachdem daraus mittelst einer Presse der Wein ausgepresst ist, kann man es zur Essigfabrikation anwenden, oder durch Destillation daraus einen starken Branntwein erhalten, welcher dem Franzbranntweine gleich kommen würde, wüsste man ein Mittel, ihm den Nachgeschmack zu benehmen. Nach jedem Arbeiten wird der Wein geistreicher, weil dadurch die geistigen Theile das Uebergewicht über die süssen erhalten. Aller Wahrscheinlichkeit nach binden die im Ungarweine befindlichen fremdartigen Theile den Geist. Da nun nach einer jedesmahligen Gährung sich solche fremdartige Theile absondern, so müssen endlich die geistigen Theile ein solches Uebergewicht erhalten, dass die süssen Bestandtheile keine Gährung weiter bewirken können. Dass das Arbeiten im Ungarweine aufhört, sobald die

wünschte. Ich goss *Ungarwein*, in welchem bereits ein ganzes Jahr eine schwache Gährung statt gefunden hatte, in die einfache Glasröhre. Als Volta's Säule auf denselben zu wirken anfing, gerieth er in eine gänzliche Gährung, und an der Spitze des einen Drahts entwickelte sich Gas in solcher Menge, dass es aus dem obern Theile der Glasröhre ein Stückchen heraussprengte. Ich wiederhohlte diesen Versuch so, dass ich die Glasröhre unten offen liess und mit dem untern Ende in ein mit demselben Weine angefülltes Glas versenkte, um das Zersprengen zu vermeiden. Der Wein gerieth wieder in eine sehr starke Gährung, und auch an der

geistigen Theile das Uebergewicht erhalten, beweisen nicht nur die alten Ungarweine, die keiner solchen Gährung weiter unterworfen sind, sondern auch folgender Versuch: Man ziehe aus einem Fasse Ungarwein, von dem man schon weiss, dass er im künftigen Herbste in Arbeit gerathen wird, 2 Flaschen ab, und giesse zur einen etwas Weingeist. Sowohl der übrige Wein im Fasse als auch der in der andern Flasche werden in Arbeit gerathen, hingegen der mit wenigem Weingeiste vermischte bleibt in Ruhe. Dieses Mittel kann aber nicht empfohlen werden, weil, wie ich aus Erfahrung weiss, ein solcher Wein Kopfschmerzen verursacht. — Auch giebt es junge Ungarweine, in welchen das ganze Jahr hindurch eine schwache Gährung statt findet, die jedoch mehr durch den stechenden Geschmack, als durch das Aufsteigen des kohlensauren Gas wahrzunehmen ist.

Grimm.

Spitze des einen Drahts entwickelte sich sehr viel Gas, das ich im voraus gröſstentheils für *kohlensaures Gas* hielt, da sich beim Arbeiten des Ungarweines kohlensaures Gas entwickelt. Meine Vermuthung traf ein, denn der gröſste Theil dieses Gas wurde vom Kalkwasser verschluckt; der Rest war Wasserstoffgas. Ein *abgelegner Ungarwein*, womit ich hierauf die doppelte Glasröhre füllte, wurde durch die galvanische Electricität nicht in Arbeit gesetzt, und entwickelte nur an der Spitze des einen Drahtes ein wenig Wasserstoffgas, indeſs am andern weder eine Verkalkung noch eine Luftentwickelung vor sich ging. Das erstere befremdete mich nicht, da unstreitig in jedem Weine noch Wassertheile enthalten sind; desto mehr das letztere. *Wo blieb hier der Sauerstoff? Verband er sich etwa mit dem Kohlenstoffe zum kohlensauren Gas?* Um über die Anwesenheit dieses letztern mit Sicherheit zu entscheiden, war des Gas zu wenig, welches, als ich es mit Kalkwasser wusch, dieses vielleicht etwas trüben mochte.

Ob die Electricität die Ausdünstung im thierischen Körper vermehrt.

Da ich mich eifrig mit der medicinischen Electricität beschäftige; *) so werden Sie sich leicht

*) Meine über diesen Gegenstand gemachten Erfahrungen habe ich im *Archiv der praktischen Heilkunde für Schlesien und Südpreuſsen*, herausgegeben

vorstellen, welches Interesse für mich van Marum's Versuche in den *Annalen der Physik*, I, 88, haben mussten, durch welche erwiesen werden soll, dass die Electricität weder eine Beschleunigung des Pulses bewirke, noch die natürliche Ausdünstung vermehre.

Was die *allmählige Ausdünstung* betrifft, so muss ich offenherzig bekennen, dass ich hierin van Marum's Meinung nicht beistimmen kann. Van Marum beruft sich auf die Erfahrung; dies thue ich gleichfalls. Und Sie mögen entscheiden, wer von Beiden Recht hat.

Van Marum stellte Kinder von 6 bis 8 Jahren in eine isolirte Wagschale, und beobachtete, wie viel sie in einer halben Stunde durch die natürliche Ausdünstung am Gewichte erst unelectrisirt, dann electrisirt verloren. In allen Versuchen, nur zwei ausgenommen, verloren sie im letztern Falle weniger an Gewicht als im erstern. Die stärkere Ausdünstung in der ersten halben Stunde lässt sich als eine Folge der Furcht erklären, welche bei einem Kinde von 6 bis 8 Jahren, das in eine Wagschale gesetzt wird, natürlich ist; und dass in der zweiten halben Stunde während des Electrisirens der Gewichtsverlust geringer war, konnte wohl daher kommen, weil sich das Kind nun an den sonst ungewöhnlichen Aufenthaltsort in der Wagschale ge-

von Dr. Zadig und Dr. Friese, B. I, St. 3 und 4, und B. II, St. 2, bekannt gemacht. *Gilbert.*

wöhnt und die Furcht verloren hatte. Auf jeden Fall haben die van Marumschen Versuche die Unvollkommenheit, dass sie nur wenig abgeändert wurden. Hätte man den Knaben in der ersten halben Stunde electrisirt, in der zweiten nicht; so würden wahrscheinlich die Resultate ganz anders ausgefallen seyn.

Auch von der Furcht abgesehn, lassen sich gegen van Marum's Behauptung noch zwei nicht unwichtige Einwendungen machen. Einmahl wird die allmählige Ausdünstung immer schwächer, je mehr die verzehrten Nahrungsmittel verdauet werden, da vielfältige Erfahrungen gelehrt haben, dass der Mensch von den zu sich genommenen Speisen mehr durch die Ausdünstung als auf den andern natürlichen Wegen verliert. Daher muss der Unterschied von einer halben Stunde in Rücksicht der Abnahme der Ausdünstung bei einem Kinde, bei welchem die Verdauung, und folglich auch die Ausdünstung schneller von statten geht, als bei einem Erwachsenen, sehr beträchtlich seyn. *Zweitens* häuft sich, wie bekannt, die electrische Materie in einem Körper desto stärker an, je grösser die Oberfläche desselben ist, daher die Wagschale, in welcher das Kind sass, electrisirt von dem Erdboden stärker als die andere angezogen werden musste; ein Umstand, der auch dazu beitragen konnte, dass das Kind in der zweiten halben Stunde weniger am Gewichte verlor, als in der ersten, um so mehr,

da die Verfuche mit der grofsen Teylerfchen Mafchine gemacht wurden. Ich zweifle, aus diefen Gründen, dafs die Verfuche des Herrn van Marum das beweifen, was fie beweifen follen.

Jetzt will ich *meine Beobachtungen* anführen, welche beweifen, dafs die Electricität die natürliche Ausdünftung vermehrt. Diefes zu bemerken, hatte ich in den 2 Jahren, dafs ich nun fchon die Electricität bei verfchiednen Krankheiten bald mit, bald ohne Erfolg anwandte, nicht blofs durch die Augen, fondern auch durch den Geruch häufig Gelegenheit. Menfchen, die wenigftens eine Viertelftunde electrifirt wurden, und deren Schweifs einen übeln Geruch verbreitete, verurfachten vorzüglich in den letzten 5 Minuten meinen Geruchsnerven fehr unangenehme Empfindungen. Diefe vermehrte Ausdünftung konnte nicht die Folge der Furcht feyn, weil 1. diefer Geruch des Schweifses fonft auch in den erften 5 Minuten hätte ftatt finden müffen; und 2. weil diefe Perfonen vom erften Anfange an keine Furcht zeigten; und, wäre diefes auch der Fall gewefen, fie fie gewifs verloren hatten, nachdem fie fchon 3 bis 4 Monate täglich waren electrifirt worden. — Was mich aber vorzüglich von der Richtigkeit des Satzes, *dafs die Electricität die allmählige Ausdünftung befördert*, überzeugt, ift eine an meinem eignen Körper mehr als Einmahl gemachte Erfahrung. Ich pflege nämlich die meiner electrifchen Pflege anvertrauten Patienten zu einer beftimmten Zeit hinter einander zu electrifiren.

Eine folche Befchäftigung dauert 1 bis 2 Stunden. Abfichtlich habe ich oft die von dem Director bis auf die Erde herabhängende Kette abgenommen, und den Auslader am Metalle felbft angefafst, fo dafs die Electricität, welche ich aus der ifolirten Perfon theils durch Funken, theils durchs Ausftrömen ableitete, durch meinen Körper gehen mufste. So oft diefes gefchah, gerieth ich in einen fehr ftarken Schweifs, der mich im Sommer nöthigte, die Kleidung zu wechfeln. Und *Furcht* war wahrlich nicht die Urfache diefes Phänomens, welches niemahls erfolgte, wenn ich an den Director eine Kette befeftigte, und ihn beim gläfernen Handgriffe hielt. *)

Ueber die Behauptung van Marum's, dafs die Electricität den *Puls* nicht befchleunige, kann ich nicht entfcheiden, weil ich über diefen Gegenftand noch keine Verfuche angeftellt habe: allein ich hoffe nächftens, von einigen Aerzten unter-

*) Für die Wahrheit folgender fonderbaren Wirkung eines electrifchen Erfchütterungsfchlages kann ich ftehn, ob ich gleich nicht felbft Augenzeuge war. Eine Gefellfchaft, die fich angefafst hatte, erhielt einen ftärkern Schlag, als fie vermuthet hatte, und zu aller Erftaunen kamen dadurch aus den Händen eines jungen Frauenzimmers, nach der Befchreibung der Erzählenden, fteife Haare hervor, die fich nachher fortwifchen liefsen; unftreitig etwas Lymphe, die an den Stellen der Berührung aus den Schweifslöchern herausdrang und erhärtete. *d. H.*

stützt, dieselben zu veranstalten. Wenigstens sollte man wünschen, über diese Sache endlich einmahl entscheidende Versuche zu erhalten, wobei, wie ich glaube, zum mindesten auf folgende zwei Stücke Rücksicht genommen werden müsste: 1. ob die Wirkung der Electricität bei Körpern, die des Einflusses derselben gewohnt sind, von derselben Beschaffenheit sey, als bei denen, die ihre Wirkung noch nicht oft erfahren haben; und 2. ob sie auf den kranken Körper eben so wirkt als auf den gesunden. Noch immer möchte ich glauben, der Puls werde durch die Electricität beschleunigt, da die electrische Materie auf die flüssigen Theile immer stärker und eher als auf die festen wirkt. *)

Sind

*) Von einem glaubwürdigen geschickten Pharmaceutiker, der sich in vorigen Zeiten sehr oft mit electrischen Versuchen beschäftigt hat, ist mir Folgendes erzählt worden: Einer seiner Verwandten, der ein grosser Freund der Naturwissenschaft war, besuchte ihn damahls sehr oft, und stellte mit ihm electrische Versuche an. Sobald dieser auf das Isolirbrett trat und sich mit dem ersten Leiter der Maschine in Verbindung setzte, floss sogleich Blut aus der Nase. Und dieses Phänomen soll jedesmahl erfolgt seyn, als sich auf die beschriebne Art die electrische Materie in seinem Körper anhäufte.

Grimm.

Sind Flüſſigkeiten Nichtleiter der Wärme?

Des Grafen von Rumford's Verſuche über die Wärme ſind zwar ſowohl in ökonomiſcher als phyſikaliſcher Hinſicht wichtig; doch halte ich manche ſeiner aufgeſtellten phyſikaliſchen Sätze bei genauer Prüfung nicht für haltbar. Als ich in Ihren *Annalen*, (B. VI, S. 407,) Socquet's Abhandlung las, in welcher Rumford's Satz: *daſs alle elaſtiſche und liquide Flüſſigkeiten abſolute Nichtleiter der Wärme ſind*, in Zweifel gezogen wird: nahm ich Rumford's Abhandlungen wieder in die Hände, und ſtieſs auf einen Verſuch, *) durch welchen gezeigt wird, daſs das Eis weit langſamer wieder flüſſig wird, wenn kochendes Waſſer auf daſſelbe gegoſſen wird, als wenn es auf dem kochenden Waſſer ſchwimmt. Es iſt zwar bereits ſchon von mehrern Naturforſchern erinnert worden, daſs die Rumfordſchen Verſuche nur die ſchlechte Wärme leitende Kraft der Flüſſigkeiten beweiſen; aber nicht, daſs ſie Nichtleiter der Wärme wären. Die Urſache des obigen Phänomens ſcheint mir nicht einmahl in der ſchlechten Wärme leitenden Kraft des Waſſers zu liegen, ſondern ich erkläre es mir auf folgende Art: Im heiſsen Waſſer ſteigen die in Dampf verwandelten Waſſertheilchen wegen ihrer ſpecifiſchen Leichtigkeit in die Höhe. Schwimmt das Eis auf der Oberfläche des Waſſers, ſo werden die Däm-

*) *Annalen der Phyſik*, B. I, S. 227.

pfe, ſobald ſie das Eis berühren, minder verdichtet, und bei ihrer Verdichtung wird viel Wärmeſtoff frei. Daher iſt wohl nichts natürlicher, als daſs das Eis unter ſolchen Umſtänden ſchneller ſchmelzen muſs, als auf dem Boden des Gefäſses, dem die Dämpfe ſich nicht nähern, ſondern von dem ſie ſich entfernen.

VII.

BESCHREIBUNG

eines einfachen und bequemen Instruments zur Anstellung des Versuches über die Einwirkung der galvanischen Batterie auf das Wasser,

von

C. H. Pfaff
Prof. in Kiel.

Einer der interessantesten Versuche, der bis jetzt mit Volta's galvanischer Batterie angestellt worden, ist ohne Zweifel über die Verwandlung des Wassers in Sauerstoffgas und Wasserstoffgas. Dieser Versuch allein, so wie er von Ritter angestellt wurde, *) macht jene Entdeckung, aus der er entsprossen, zu einer der wichtigsten in der ganzen Physik und Chemie, denen dadurch eine gänzliche

*) Vergl. Ritter's weiter unten folgenden Brief. Er trennte zwei Wasserportionen durch die concentrirteste Schwefelsäure, und entband aus der einen bloss Sauerstoffgas, aus der andern bloss Wasserstoffgas; ein Erfolg, den seitdem Davy auf eine vollkommnere Art durch Zwischenwirkung der *thierischen Fiber* erhielt. Das Stück der *Annalen*, (1801, VII, 1,) worin diese Entdeckung Davy's mitgetheilt wird, war noch nicht ausgegeben, als Herr Prof. Pfaff gegenwärtigen Aufsatz schrieb. *d. H.*

Umwandlung bevorsteht. *) Indessen ist nicht zu läugnen, dass Ritter's Art, den Versuch anzulätellen, nicht wohl den evidenten Beweis von der wichtigen Folgerung, die er daraus zog, gestattete. Zu dem evidenten Beweise des Satzes, dass das Wasser bald vollkommen in Wasserstoffgas, bald vollkommen in Sauerstoffgas verwandelt werden könne, und dass die Verschiedenheit dieser beiden Gasarten nicht auf der Verschiedenheit ihrer gewichtigen Basen, sondern der imponderabeln feinern Stoffe, denen sie ihren gasförmigen Zustand verdanken, beruhe, würde nämlich erfordert, dass man den Gewichtsverlust des Wassers bei Anstellung dieses Versuches genau bestimmen, und somit seine Uebereinstimmung oder Nichtübereinstimmung mit dem erhaltenen Wasserstoffgas oder Sauerstoffgas angeben könnte. Eine solche Vergleichung scheint der unbequeme Rittersche Apparat, der sich der Schwefelsäure zur Trennung der beiden Wassermengen bedient, nicht zuzulassen. Ich bin daher auf ein Instrument bedacht gewesen, das diesen Forderungen entspräche, und folgendes hat meinen Absichten vollkommen entsprochen.

Es besteht in einem runden Gefäſse von gut lackirtem, (mit Siegellackfirniss überzognem,) Hol-

*) Das heisst, irre ich nicht, höchstens; einer theoretischen Ansicht in denselben, die eigentliche Natur verschiedner Gasarten und des Verhältnisses des Wassers zu ihnen betreffend. d. H.

ze *) *A*, das auf drei Füſsen ruht. Die Tiefe beträgt gegen 3 Zoll, der Durchmeſſer ungefähr eben ſo viel, übrigens ſind dieſe Dimenſionen willkührlich, und können gröſser oder kleiner genommen werden. In der Mitte iſt dieſes Gefäſs durch eine Scheidewand von Holz *ff*, von der Dicke von 2 Linien, in zwei Hälften getheilt, ſo daſs das Waſſer in der einen auf keine Weiſe Communication hat mit dem Waſſer in der andern Hälfte. Ungefähr in der Mitte *c* wird dieſe Oeffnung mit einem wohl durchnetzten Pfropfe vollkommen verſchloſſen, übrigens die ganze Scheidewand, den Pfropf ausgenommen, mit Siegellackfirniſs überzogen. Beide Seiten des Gefäſses werden mit Löchern durchbohrt, durch welche man die Golddrähte *a*, *b* ſteckt, die auf beiden Seiten dem Pfropfe bis auf eine halbe Linie genähert werden. Das Gefäſs ſelbſt wird mit Waſſer gefüllt, jede Hälfte zu einer beliebigen Höhe, doch ſo, daſs die Drähte hinlänglich bedeckt ſind; und über jeden Draht wird ein mit Waſſer gefüllter Cylinder *d*, *e* an das hölzerne Geſtell *B* aufgehängt. Werden nun die Golddrähte *a*, *b* in gehörige leitende Verbindung durch Meſſingdrähte *g*, *h*, und zwar der eine mit dem obern, der andere mit dem untern Ende der Batterie, geſetzt; ſo fangen nun ſogleich aus jeder Waſſerhälfte ſich

*) Man könnte dieſes Gefäſs noch beſſer von Marmor, Serpentinſtein etc., oder auch von gut lackirtem Eiſenbleche verfertigen. *Pf.*

Luftblasen an zu entwickeln, die in dem darüber aufgehängten Cylinder aufgefangen werden. Das galvanische Fluidum wird nämlich durch den nassen Pfropf hindurchgeleitet, ohne dass an den beiden Polen des Pfropfs selbst eine Luftentwickelung statt fände. Der Pfropf verhält sich also wie die Schwefelsäure in Ritter's Versuchen, *) oder wie das Wasser selbst, nur dass er den Vortheil gewährt, beide Wasserquanta von einander abzutrennen, in deren jedem der Luftentwickelungs-Prozess einzeln und getrennt von dem andern vor sich geht, und zwar in dem einen die Entwickelung des Wasserstoffgas, in dem andern die Entwickelung des Sauerstoffgas. Verhindert man durch eine dünne Oehlschicht die Ausdünstung des Wassers, so kann man das Quantum der erhaltnen Luft mit dem Gewichtsverluste des Wassers vergleichen: und stimmen beide überein; so beweiset dieses eine vollkommne Verwandlung des Wassers in die eine oder die andere Gasart.

In meinem ersten Versuche, der 10 Tage ununterbrochen fortgesetzt wurde, erhielt ich in dem einen Cylinder am Ende dieser 10 Tage 3 Kubikzoll Wasserstoffgas, und in dem andern 1 Kubik-

*) Oder wie die Pflanzenfaser und der nasse Faden in Davy's Versuchen; Stoffe, denen er wahrscheinlich auch in seiner Leitungsfähigkeit am nächsten kömmt. *d. H.*

zoll Sauerstoffgas.*) Doch die umständliche Beschreibung dieser und mehrerer Versuche werde ich in einem eignen Auffatze im IVten Stücke des nordischen Archivs für die Natur- und Arzneiwissenschaft, das mit dem IIIten zugleich auf Ostern erscheint, dem Publikum mittheilen.

*) Verglichen mit Davy's Resultaten, scheint dieses Resultat noch einiger Correctionen zu bedürfen; auch würde es gewiss besonders belehrend ausfallen, nähme Herr Prof. Pfaff bei diesen Versuchen vielleicht auf das Rücksicht, was darüber in den *Annalen*, VII, S. 243, Anm., erinnert worden ist.

d. H.

VIII.

Auszüge aus Briefen an den Herausgeber.

1. *Vom Herrn Prof. Reimarus.*

Hamburg den 22sten Decemb. 1800.

Unser Senator Kirchhoff war 1725 den 25sten Sept. in Itzehoe geboren, hatte sich der Handlung gewidmet, und zu dem Ende hierher nach Hamburg begeben, wo er 1784 zum Rathsherrn erwählt ward, und 1800 den 10ten Sept. starb. Mit seinen vorzüglichen Einsichten in dem Allgemeinen der Handlung, den Verhältnissen der Bank und des Geldumlaufs, ist er hier in verschiednen öffentlichen Aemtern besonders nützlich gewesen. Daneben legte er sich auf Physik und Astronomie, aus welchen Wissenschaften er sich auch verschiednes zu seinem Vergnügen aufzeichnete, und zum Theil in einem deutlichen Vortrage in Druck gab. Er hatte sich einen vortrefflichen Vorrath von Instrumenten aus England verschrieben, die er wohl zu nützen und deren Gebrauch er faslich zu erklären wuſste. Sie sind in der besten Ordnung sehr sauber erhalten, und verdienten wohl zusammen von einem Liebhaber oder einer Universität gekauft zu werden.

Von der in den *Annalen*, VI, 378, *Anm.*, erwähnten *Zurüstung*, *die Wirkung der Gewitterwol-*

ken sinnlich darzustellen, hätte er die Beschreibung aus dem deutschen Museum, (October 1779,) besonders abdrucken lassen, und bei Gelegenheit bestellter Instrumente nach London geschickt. Hieraus hat Adams in seinen *Essay on Electricity*, Chapt. IX, pag. 177, zu Fig. 72, Exper. CLV, (deutsche Uebers., S. 109, Vers. 152,) *ohne unsern* Kirchhoff *zu nennen*, eine Uebersetzung eingerückt, und in besagter Figur die von dem Wagebalken herabhängende Tafel vorgestellt.

Aus diesem in England bekannten Werke hätte doch also Haldane, (*Annalen*, V, 115,) oder der Herausgeber Nicholson, von einer so einfachen und zweckmäfsigen Zurüstung Kenntniss haben können. Von jenem Abdrucke mache ich mir das Vergnügen ein Exemplar für Sie hier beizulegen.

---

2. *Vom Herrn Geheimen Oberbaurath Eytelwein.*

Berlin den 13ten Jan. 1801.

— — Beständige, unaufschiebbare Geschäfte und Reisen sind die Ursach, warum der Druck meines *Handbuchs der Hydraulik* Jahr und Tag verzögert worden. *) Der Bogen H ist nun zwar in der Presse: wie lange ich aber noch die Correctur besorgen kann, weiss ich nicht; und dann bleibt wie-

*) Vergleiche wegen dieses wichtigen Werks S. 297.
d. H.

der alles liegen, weil ich keinem andern die Correctur übertragen will. Die Resultate meiner Versuche mit dem Venturischen Apparate sind eben jetzt darin abgedruckt worden: ich übersende sie Ihnen zum gefälligen Gebrauche, und wünsche, dass Sie gerade diejenigen Punkte darin finden mögen, welche Venturi unerörtert gelassen hat. Es war dem Zwecke meines Handbuchs nicht angemessen, noch mehrere Folgerungen aus den Versuchen zu ziehen, da ich, in Beziehung auf andere Materien, Gleichförmigkeit beobachten musste. Vielleicht, dass H. Hofr. Busse *) veranlasst wird, nunmehr eine ganz befriedigende Erklärung der auffallenden Erscheinung zu geben, dass sich die Wassermenge bei einer Oeffnung in einer dünnen Wand, zur ∇M bei der Mündung φ und ψ = 0,6176 : 1,5526 verhält. **)

Sollten Sie nicht Gelegenheit haben, in Ihren beliebten Annalen den Mathematikern einige Vorschläge zur *Abkürzung der Sprache* in der angewandten Mathematik zu machen? Wir würden bei Büchern über Mechanik weit weniger Papier zu bezahlen haben, wenn Wörter, die oft vorkommen, bestimmte Zeichen erhielten. So würde ich folgende Zeichen vorschlagen:

⩰ statt Gleichgewicht

↠ — Geschwindigkeit

*) Vergl. *Annalen der Physik*, IV, 116. *d. H.*

**) Vergl. S. 312. *d. H.*

♉ statt Gewicht
▽ — Wasser } welche schon bekannt sind, u. s. w.
△ — Luft }

Ich gestehe zwar, daſs ich es nicht gewagt habe, hiervon Gebrauch zu machen; es kommt aber auf einen Vorschlag an, da selbst Kästner in seiner neuen Auflage der Hydrodynamik das Zeichen ▽ gebraucht hat. *)

---

5. *Vom Herrn Prof. C. H. Pfaff.*

Kiel den 26sten Jan. 1801.

— — Interessant war mir die Nachricht von Ihren eignen *galvanischen Lichtversuchen.* Bis jetzt habe ich den ganz feinen Draht, z. B. No. 10, immer noch am wirksamsten gefunden. Zwei Kugeln gegen einander genähert gaben mir keine oder nur höchst schwache Funken; dagegen wurden die Funken sehr lebhaft, wenn ich die Spitze des feinen Drahts der Kugel oder auch dem scharfen Rande der Zinkplatte näherte. Einige meiner Freunde,

*) Ein Vorschlag, der mir alle Rücksicht zu verdienen scheint, und den bei Mathematikern leicht Eingang finden dürfte, da sie an abkürzende Zeichen gewöhnt sind. Nicht nur der Schriftsteller würde dabei an Zeit, sondern auch der Leser an leichterer Uebersicht gewinnen, besonders wenn man sich dieser Zeichen mit gehöriger Beurtheilung nicht überall, sondern nur da, wo sie wirklich erleichternd sind, bediente. *d. H.*

die sich mit diesen Versuchen beschäftigen, wollen äusserst lebhafte Funken erhalten haben, wenn sie eine vergoldete oder versilberte Terpenthin-Wachskugel anwandten, und diese dem Rande der obern Zinkplatte, oder auch einem kleinen Knopfe anderselben näherten. Auch fühlten sie die Erschütterung zwei- bis dreimahl so stark unter diesen Umständen. — Die so äusserst wichtigen *chemischen Versuche* glaube ich durch das Werkzeug, dessen Beschreibung ich für Ihr Journal beischliesse, sehr erleichtert und besonders sehr entscheidend gemacht zu haben. Nur auf diese Art wird der *wichtige Satz fest begründet*, dass das Wasser, in der Sprache der Chemiker zu reden, ein elementarischer Stoff sey, und nach Belieben in Sauerstoffgas oder Wasserstoffgas verwandelt werden könne. Was schon der unvergessliche Lichtenberg als Hypothese hinwarf, was ich in meiner Schrift über thierische Electricität und Reizbarkeit zu einer Erklärung der Erscheinungen der Muskelreizbarkeit benutzte, dass nämlich das Wasserstoffgas sich vom Sauerstoffgas wie + und — unterscheide, jenes Wasser mit negativer, dieses Wasser mit positiver Electricität sey, scheint durch diese neuern galvanischen Versuche nun bis zur Evidenz erwiesen zu seyn. Uebrigens werde ich eine umständlichere Nachricht von meinen *mannigfaltigen Versuchen* im IVten Stücke des nordischen Archivs für die Natur- und Arzneiwissenschaft bekannt machen.

---

4. *Von Herrn J. W. Ritter.*

Jena den 28sten Jan. 1801.

Ich danke Ihnen für die Aushängebogen von B. VII, St. 2, der Annalen. Ich hatte den Tag vor ihrem Empfange, (am 24sten Jan.,) eben eine mühsame Arbeit über die Polarität im Galvanismus beendigt; ihre Lectüre war daher für mich eine herrliche Erfrischung. Was Herschel's Beobachtungen einem Physiker, der es ernstlich meint, seyn müssen, können Sie sich leicht vorstellen; ja, dass sogar ein „Galvanist" sich ihrer freuen darf, denke ich Ihnen schon in dem Aufsatze über Volta's Batterie, den Sie, lange genug versprochen, nun bald erhalten, deutlich darzuthun. — Ich batterisire, (so nennen wir es hier,) noch immer von Zeit zu Zeit, und wirklich scheint es auch sobald noch kein Ende damit nehmen zu wollen. Welche Arbeit allein, bis dass man weiss, womit man es eigentlich zu thun hat! Schon seit 4 Wochen habe ich alle Erfordernisse zu einer Batterie von 500 (Plattenpaaren) beisammen, aber noch immer haben mir die kleinern nicht alles gesagt, was ich mit der grossen eigentlich zu machen habe; und blosse Neugierde soll mich zur Sünde ihres Missbrauchs auch noch nicht verleiten.

Uebrigens kann ich Sie versichern, dass ich zu allen Batterien, die ich diese Zeit her gebauet habe, statt des Silbers nichts wie *Kupfer* gebrauche. Die Platten sind viereckig, und halten über 4 Quadrat-

zoll; 36 wiegen ein Pfund, das 17 Gr. kostet, und nicht mehr. Sie werden stark angefressen, das ist wahr; aber ich kann sie 5 bis 6 Tage in der Batterie lassen, und darf sie dann nur in Branntweinspülig kochen, und auf Sand abreiben lassen, so sind sie wieder, was sie waren. Ich kann sie jedem empfehlen. Die Zinkplatten, mit denen ich sie verbinde, sind rund, und um etliche Linien breiter, als ein gewöhnlicher Laub- oder Kronenthaler. Zum Zwischenlegen habe ich noch immer dünne Pappen mit Salzwasser gebraucht, und wie stark die Wirkung von *Kupfer* in dieser Verbindung sey, können Sie daraus abnehmen, dafs 3 solche Lagen in destillirtem Wasser, mit Golddrähten, bei $\frac{1}{4}$ Linie Abstand dieser ihrer Enden von einander, schon Gasblasen erzeugen, und bei 4 Lagen auf der Hydrogenseite schon einen continuirlichen Strom von Bläschen geben. Bei 20 ist der Funken gewifs.

Aber mehr als alles zur starken Wirkung einer Batterie überhaupt, thut doch die Reinlichkeit, mit der man sie besorgt. Bei den ersten, die ich zu meinem Gebrauche hatte, musste ich ihr fast ganz entsagen; aber dem habe ich jetzt abgeholfen. Fast alles thut ein erhabner Rand, der rings um die Zinkplatten herumgeht, und der ihnen die Form gleich beim Giefsen giebt. Er ist oben an der Seite, auf welche die Pappe zu liegen kommt, die rund umher etliche Linien schmäler ist als die Zinkplatte. Wie auch nun das Gewicht der obern Schichten auf die untern drücken und aus den Pappen

Feuchtigkeit auspressen mag, alle häuft sie sich innerhalb des Randes an, und kein Tropfen kömmt, wenn sonst nichts Schuld daran wird, über ihn herunter. So kömmts, daſs alle Kupfer- und Zinkplatten der Regel nach einzig auf der Seite, wo sie mit der Pappe in Berührung sind, angefressen werden. Ein kleines Glastäfelchen isolirt die ganze, Hunderte hohe Batterie, und die Glasstangen, zwischen denen die Säule in die Höhe geht, und die überall nur von den trockenen Rändern der reinlichen Kupferplatten berührt wird, werden auch nicht leiten.

Wie gesagt, so lange es nicht möglich ist, Platten aus *Reiſsblei*, (*Plumbago*,) in Menge und um ein Mäſsiges sich anzuschaffen, bleibt zu Batterien, vorzüglich zu groſsen, nach dem Silber, das *Kupfer* die Substanz, die ich noch immer allen übrigen vorziehen werde.

Daſs Herr Pfaff es übernommen hat, zwei Portionen Waſser vermittelst Volta's Batterie, die eine ganz in Hydrogen-, die andere ganz in Oxygengas zu verwandeln, ist mir sehr lieb. *) Es war das Erste, was Ungläubige nach der Anstellung meiner, das Waſser als einfach, — immer mag es da stehen, — ausweisenden Versuche, von mir gefordert haben, und die groſse Batterie, um die ich schon früh bedacht war, hatte nichts als dies zur Absicht. Die Scheidung beider Waſserportionen

*) Vergl. S. 366. *d. H.*

hätte ich mit vollkommner concentrirter Schwefelsäure bewirkt, und zum Behälter des Ganzen ein bis zum Parallelstehen beider Schenkel krumm gebogenes, weites, in der Krümmung dünn ausgezognes Glasrohr gewählt, u. s. w. *) Mir selbst indess wäre, da nun das Gelingen des Versuchs keine Frage ist, durch die wirkliche Ausführung desselben, so nöthig sie auch andern zur Ueberzeugung seyn mag, nichts neues entstanden, und da seit der Zeit der wichtigen Dinge, die eine Untersuchung forderten, so viele wurden, habe ich ihn gern auf gelegenere Zeit verspart. Aber willkommen kann er uns allen seyn, wenn er einmahl da ist; und wer ihn auch hervorführt, Erkenntlichkeit werden wir ihm jederzeit schuldig seyn. Sicher wird uns Herr Pfaff diesen nicht allein bringen; er hat noch manche gute Gesellschaft, von der immer einige zur Begleitung mitkommen kann.

Etwas Mühe nur wird die Darstellung eines *völlig reinen Wassers* machen, denn, wie es auch am Ende mit allen den Stoffen beschaffen seyn mag, etwas, (wenn auch ganz was anderes, als man so auf den ersten Anblick glauben sollte.) hat das in diesen Versuchen doch zu sagen. Alles unser Wasser, auch destillirt und ausgekocht, ist noch immer in einigem Grade *Azoture d'azote oxydé*, und um alles

*) Unstreitig verdiente wohl Pfaff's, und noch mehr Davy's Methode, S. 115 f., diesen wichtigen Versuch anzustellen, den Vorzug. *d. H.*

alles Azot aus ihm zu entfernen, müsse man zu sogenannten chemischen Mitteln seine Zuflucht nehmen.*) So langes Schütteln und Stehenlassen des ausgekochten destillirten Wassers mit Oxygen- oder auch mit Hydrogengas, bis weder im letztern Falle dieses, noch im erstern jenes, selbst nach längerer Zeit, die geringste Azotation mehr erleidet, neues Auskochen und darauf folgendes Ansetzen desselben mit einer Mischung aus reinem Oxygen- und Hydrogengas, scheint noch das Beste zu thun. Das Azot ist im Wasser gemeiniglich, (obgleich durch oberflächliche Mittel schwer zu trennen,) im Grunde nur leicht gebunden, nämlich an einen Antheil Oxygen, den das Hydrogen im Wasser auf leise Veranlassung so weit abtreten kann, dass er sich nebenher noch mit einem Antheile Azot beschäftigen kann, der dann mit dem Oxygen und Hydrogen in Eins zusammentritt. Freies Oxygen als Oxygengas in Berührung mit solchem Wasser, wirkt dann ziehend auf dieses Azote, das mit minderer Intensität an das, ausser mit ihm, ja noch und vorzüglich mit dem Hydrogen des Wassers beschäftigte Oxygen gebunden ist, trennt es von ihm, und nimmt es dann als Gas neben sich auf. Freies Hydrogen als Hydrogengas wirkt auf ähnliche Weise, nur in ent-

*) Aus 8 Stunden lang gekochtem, noch warm in die Röhre gegossnem und dann sogleich galvanisirtem Wasser, erhielt Davy doch nicht mehr ein Bläschen Stickgas; vergl. S. 118. *d. H.*

gegengesetzter Richtung. Näher nämlich dem, das Azot haltenden, Antheile Oxygen verwandt, als dieses, verbindet es sich mit ihm, theils zur Ergänzung des Wassers, werdend solches, theils auch als Gas es fortreissend mit sich; das Azot aber wird ausgeschieden, und bleibt ebenfalls als Gas mit dem zu seiner Abscheidung überflüssigen Hydrogengas vermischt zurück: — Vorgänge, die in Bezug auf das Gas selbst weit genug gedeihen können, um es begreiflich zu machen, wie der erste von ihnen, falsch verstanden, und überdies noch von mancherlei unterstützt, auf die dienstfertigste Weise, noch in der neuern Zeit Gelegenheit geben konnte, zu Behauptungen und Irrthümern, die die Chemie noch bis zur Stunde nicht hat ganz verwinden können; — Uebrigens ist von selbst klar, dass die beiden Wassermengen, die in Hrn. Pfaff's Versuche, die eine in Hydrogen-, die andere in Oxygengas, in gleichen Zeiten übergehen werden, sich durchaus nicht zu einander verhalten können, wie diese, d. i., sich gleich seyn werden, sondern vielmehr, dass die Quantität Wasser, die in einer gegebenen Zeit auf der Oxygenseite der Batterie in Oxygengas übergeht, wenn anders Lavoisier's Zahlen hier noch gültig sind, an $5\frac{2}{3}$mahl grösser seyn muss, als diejenige, welche in der nämlichen Zeit auf der Hydrogenseite der Batterie zu Hydrogengas umgebildet wird, *).

*) Dass dieses Lavoisiersche Verhältniss des Sauerstoffgas zum Wasserstoffgas, 85 : 15, in welchem

Anziehung, *Abstoſsung*, *Vertheilung*, *Mittheilung*, *Gegenſätze* in beiden, *Polarität der ganzen Voltaiſchen Batterie* als Einer, *Farbengegenſatz der Funken*, und eine wirkliche *Schlagweite* der letztern bei beträchtlichern Gröſsen, ſind Phänomene, die ich zum Theil ſchon zu Anfang Decembers vorigen Jahres unterſucht, zu Anfang Januars dieſes Jahres aber ſämmtlich ins Reine gebracht habe.

---

5. *Von Hrn. M. Tauber, Gründer des phyſikaliſchen Muſeums.*

Leipzig den 30ſten December 1800.

—— Ich laſſe jetzt mehrere hundert Zinkplatten von verſchiedner Gröſse zu 20 Kreuzern und ½ Gulden, zu ½ Laubthalern und Gulden, zu Speciesthalern und Laubthalern verfertigen, die ſehr glatt und ſchön gerathen, und von denen ich das Stück der gröſsern zu 3 Gr., der mittlern zu 2 Gr., der kleinern zu 1 Gr. 6 Pf., ein Dutzend der erſten zu 1 Rthlr. 8 Gr., der zweiten zu 22 Gr., der dritten zu 16 Gr.

---

beide ſich zu Waſſer verbinden, *dem Gewichte nach* zu verſtehen iſt, welches bei den von Lavoiſier beſtimmten ſpecifiſchen Gewichten beider Luftarten, ein Verhältniſs von 1 : 2,52, *dem Volumen nach* entſpricht, und in wie weit Davy's galvaniſch-electriſche Verſuche dieſem Verhältniſſe entſprechen; auch wie dieſer Verſuch am lehrreichſten einzurichten wäre; habe ich ſchon S. 243, Anm., zu bemerken Gelegenheit gehabt. *d. H.*

ablassen kann. Auch werde ich die Batterien ganz zugerichtet, jedoch ohne die Geldstücke, liefern können, je nachdem sie verlangt werden. Jetzt sind auch *doppelte Electrophore* von verschiedenen Grösen vorräthig. *)

---

6. *Von Herrn Winterl,*
Prof. der Chemie und Botanik.

Pesth den 28sten December 1800.

Es ist Ihnen wohl bekannt, dass einige der gangbarsten Hypothesen in den Natur-Wissenschaften nicht durch strenge Prüfung, sondern durch schlaue Kunstgriffe, deren sich sonst nur die schlaue Politik bedient, ihr Glück gemacht haben. Die Gelegenheit gab eine allgemeine Unzufriedenheit über die ältere Kunstsprache. Diese Unzufriedenheit war gegründet, wiewohl sie für unser Be-

*) Begüterten Liebhabern kann ich diese Gelegenheit empfehlen. Was Herr M. Tauber arbeiten läst, und was von ihm im physikalischen Museo zu Leipzig herrührt, zeichnet sich, wie ich mich durch eignen Augenschein überzeugt habe, durch Einfachheit und Zweckmässigkeit aus. Ganz besonderes Lob verdient sein Tachypyrion, ein sehr elegantes, dauerhaftes, aus Holz und Metall verfertigtes electrisches Feuerzeug, nach Art eines Cylinder-Gebläses, welches ohne Streit den Vorzug vor allen ähnlichen verdient und ausnehmende Bequemlichkeit gewährt. *d. H.*

dürfnifs eben nicht die dringendste Forderung gewesen wäre; (ich bediene mich in meinen Schriften der alten Sprache, ohne zu fürchten, unverständlich zu seyn.) Dieses Bedürfnifs, welches nur durch Namen, (z. B. Peter, Paul,) befriedigt hätte werden sollen, benutzte man, um *Ideen* aufzudringen, indem man Definitionen für Namen hinstellte. Die Gelehrten würden zwischen zwei Wahlen gedrängt; entweder der neuen Namen zu entbehren, oder den Begriffen zu huldigen. Der Durst nach einer neuen Kunstsprache war, (zum Erstaunen,) so grofs, dafs man in die Falle ging! Selbst nachdem schon Berthollet selbst eingestand, dafs in der hepatischen und in der Blausäure, (in letzterer räumte er doch zu viel ein,) keine Lebensluft enthalten sey, blieb man noch mit dem Namen: Sauerstoff, befriedigt; man blieb es auch mit dem Namen: Kohlenstoffsäure, nachdem man schon bemerkt hatte, dafs die Lebensluft aus der Kohle in gewissem Temperaturgrade als azotische, (nicht fixe,) Luft zurückkehre, u. f. w. Ein anderer Kunstgriff gab dem neuen Systeme den Namen des antiphlogistischen, vermengte dadurch auf eine schlaue Art die Sache der neuen Kunstsprache mit der Sache des Brennstoffs, und verwies eben dadurch die Widersprecher unter die Anhänger der Stahlischen Lehre, was einige Chemiker weniger als die gröfste Beschimpfung vertragen können. — — Die Lehrer der Physik nahmen die neue Kunstsprache ebenfalls an, indem sie sie aus dem sublimsten Theile der Chemie ab-

mir Hoffnung, alle Anhänger an die von Lavoisier gegründete Vorstellungsart der Chemie für diese Vereinfachung einzunehmen.

Der zweite Theil enthält die Theorie der Wärmematerie, worin, nach kurzer Uebersicht des *Wenigen*, was Crawford hierin gethan, eine viel *bestimmtere*, der Beschaffenheit der Körper und den Wahrnehmungen gleich entsprechende Vorstellungsart befindlich; man überzeugt sich hieraus leicht, dass bei weitem die *meisten* zu Bestimmung des Verhältnisses der Wärme in den Körpern angestellten Versuche aus Mangel richtiger Vorstellungsart der Wirkung derselben ganz unnütz angestellt worden sind und noch täglich angestellt werden.

Der dritte Haupttheil enthält meine bereits bekannte Theorie des Lichts, welche erst hier in Verbindung mit den übrigen Lehren gründlich beurtheilt werden kann, welcher mehrere neue erst aufgefundene Beweise beigefügt sind, so dass selbige jetzt gewiss vor jeder andern den Vorzug gewinnen wird.

Diese Naturlehre enthält die gewiss einzig mögliche und *vollständige* Theorie der Electricität, durch neue merkwürdige, *bestimmende* Versuche erwiesen, und eine kurze allgemeine Naturgeschichte beschliesst das Werk, welches ich, dafern es im Drucke erscheint, nach dieser Anzeige beurtheilt und strenge gerichtet zu sehn wünsche und erwarte.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1801, VIERTES STÜCK.

I.

VERSUCHE

mit Gebirgsarten von der Trapp-Formation, (Whinstone,) und mit Laven,

von

James Hall, Bart. F. R. S. Edin. *)

Nach Dr. Hutton's Theorie der Erde sollen Granit, Porphyr und Basalt im Zustande einer voll-

*) Aus den *Transactions of the Roy. Soc. of Edinburgh*, Vol. V, Part. 1, *for* 1799, No. 3. *Edinb.* 1800. — *Whinstone* bedeutet, wie aus der Folge erhellt, jede zur *Wernerschen Flötz-Trapp-Formation* gehörige Gebirgsart. Die Beschreibung der einzelnen Steinarten, mit denen Hall seine Versuche anstellte, verdankt er dem Dr. Kennedy, und was die Namen betrifft, so versichert er, dabei sich der Nachweisungen des Hrn. Deriabin, eines in der Kunstsprache der *Wernerschen Schule* geübten Mannes, bedient zu haben. Auszüge aus Hutton's Theorie der Erde, die doch allzu kurz sind, findet man in Gren's *Journal der Physik*, B. IV, S. 466, und

kommnen Schmelzung an die Stellen hin geflossen seyn, wo wir sie jetzt finden. Ihre innere Structur, die rauh und steinig ist, scheint aber dieser Hypothese zu widersprechen; denn bisher erhielt man beim Schmelzen erdiger Substanzen immer nur Glas, oder etwas von glasiger Natur.

Dieser Einwurf verliert aber viel von seiner Kraft, wenn man bedenkt, dass nach Hutton's Theorie die Wärme unter ganz besondern Umständen auf jene Körper gewirkt haben soll. Sowohl im Zustande des Schmelzens als noch lange nach dem Gerinnen sollen sie sich tief unter der damahligen Oberfläche der Erde befunden haben, und der durch den Druck der aufliegenden Erdmasse bewirkten Modification der Wärme, schreibt Hutton diese und viele andere wichtige Phänomene des Mineralreichs zu, die sich sonst schwer mit seiner Hypothese vereinigen liessen.

Noch ein zweiter Umstand, der nothwendig aus dieser Lage folgt, und den Hutton selbst übersehen hat, ist, dass jene Minerale, nachdem sie geschmolzen waren, nur sehr langsam erkalten konnten; dieser Umstand begünstigte wahrscheinlich eine Art von Krystallisation, die das steinige und krystallinische Gefüge bewirkte, das man in allen ungeschichteten Gebirgsarten, vom grobkörnigen Gra-

in Voigt's *Magazin für das Neueste aus der Physik*, B. 6, Heft 4, S. 17; die Urschrift in den *Transact. of the R. Soc. of Edinb.*, Vol. 1. d. H.

nit an bis zum feinkörnigen fast homogenen Basalte findet. Diese Vermuthung bekommt durch einen Zufall, der sich vor Kurzem zu *Leith* ereignete, (und dergleichen schon früher Herr Keir bemerkt hatte,) noch mehr Wahrscheinlichkeit. Geschmolzenes grünes Bouteillenglas, das in einem grossen Tiegel langsam erkaltete, verlor ganz den Glascharakter, und nahm eine steinartige Structur an.

Dieses waren ungefähr die Gedanken, die ich der Societät im Jahre 1790 mittheilte, *) und die mich zugleich damahls bestimmten, meine Vermuthungen durch eine Reihe von Versuchen zu prüfen. Zwar ermunterte mich Dr. Hutton dabei keinesweges, tadelte vielmehr „die, welche meinten, die grossen Operationen der Natur im Mineralreiche beurtheilen zu können, wenn sie ein Feuer angeblasen und in ein Tiegelchen gekuckt hätten.“ Gesetzt aber auch, auf unsre Gebirgsarten hätte ein Grad von Hitze gewirkt, den wir nicht erreichen können; so kam es hierbei doch nur auf die Erscheinungen beim Gestehn an, welches bei einigen leichtflüssigen in einer niedrigen Temperatur vorgehn musste, die wir sehr wohl in unsrer Macht haben. Und aus dem, was bei ihnen vorgeht, liesse sich dann auch wohl analogisch auf die schliessen, welche für unsre Behandlung zu gross oder zu schwerflüssig sind.

*) *Transact. of the Roy. Soc. of Edinb.*, Vol. 3.

Ich liefs mich daher nicht abschrecken, gleich im Jahre 1790 meine Versuche anzufangen, und zwar unter den besten Aussichten, da ich die zufällige Erscheinung in der Leither Glashütte bald ganz in meine Gewalt bekam. Durch langsames Erkalten konnte ich das Bouteillenglas nach dem Schmelzen jederzeit in eine steinige Substanz verwandeln, und diese wiederum durch eine starke Feuerung und durch schnelles Abkühlen in vollkommnes Glas umschaffen. Diesen Versuch wiederhohlte ich mit einerlei Stoff sehr oft, und versicherte mich dadurch vollkommen, dafs es nur auf die verschiedene Art des Erkaltens ankömmt, ob das Produkt steinig oder glasartig ist. Dabei mufste ich es damahls bewenden lassen.

Versuche mit Steinen von der Trapp-Formation.

Erst im Winter des Jahres 1798 konnte ich diese Versuche fortsetzen, und zwar wählte ich dazu, nach dem Rathe des Dr. Hope, (der durch die Entdeckung der Strontionerde bekannt ist und die Versuche anfangs mit mir in Gesellschaft unternehmen wollte,) den *Whinstone* und die Lava. Unter *Whinstone* versteht man in den meisten Gegenden von Schottland eine zahlreiche Klasse von Steinen, die in andern Gegenden unter den Namen: *Basalt*, *Trapp*, *Wacke*, *Grünstein* und *Porphyr*, (*porphyry*,) bekannt sind, und die mir, als blofse Varietäten einer und derselben Steinart, einen gemeinschaftlichen Namen zu verdienen scheinen. Und zwar

weiſs ich dafür keinen ſchicklichern als den ſchottiſchen. Bei dem gegenwärtigen Zuſtande der Geologie iſt es ſehr wichtig, die ſcheinbare Uebereinſtimmung des Whinſtone's mit der Lava aufs Reine zu bringen, da dieſe beiden Klaſſen von Gebirgsarten in vieler Rückſicht einander ſo ähnlich ſind, daſs es natürlich ſcheint, die Bildung beider einer und derſelben Urſach zuzuſchreiben, und anzunehmen, daſs der Whinſtone, ſo gut wie die Lava, der Wirkung des Feuers ausgeſetzt geweſen ſey.

Der Whinſtone, mit dem die erſten Verſuche angeſtellt wurden, war aus einem Steinbruche am Fluſſe Leith in der Nähe von Edinburg, und beſtand aus ſchwarzer und grünlich ſchwarzer Hornblende, innigſt vermiſcht mit einer blaſsröthlich-braunen Subſtanz, die beinahe wie Feldſpath ausſah, aber viel ſchmelzbarer war. Beide Stoffe ſind unvollkommen, und unter einander, (*confuſedly*,) in kleinen Körnern kryſtalliſirt. Die Hornblende, welche das Uebergewicht hat, iſt auf dem Bruche ſtreifig, obgleich an manchen Stellen blätterig; die röthlich-braune Subſtanz blätterig. Der Bruch des Steins in Maſſe iſt uneben und voll kleiner Facetten, die einigen Glanz haben. Er läſst ſich, wiewohl ſchwer, mit einem Meſſer ſchaben, und giebt angefeuchtet einen erdigen Geruch. Oft enthält er kleine Schwefelkies-Flecken.

Den 17ten Januar 1798 füllte ich einen Schmelztiegel von Reiſsblei mit Bruchſtücken dieſes Steins, und ſetzte ihn in den groſsen Reverberir-Ofen der

Eisengiesserei des Hrn. Barker's. Ungefähr nach einer Viertelstunde fand ich die Masse geschmolzen und stark aufbrausend. Ich nahm den Schmelztiegel aus dem Feuer und liess ihn schnell erkalten. Das Resultat war ein schwarzes Glas, mit einem leidlich reinen Bruche, doch hin und wieder mit Flecken vermischt.

In den folgenden Versuchen liess ich den Whinstone allmählig abkühlen, damit er nicht glasartig werden, sondern Zeit haben möchte, durch Krystallisation seinen ursprünglichen Charakter wieder anzunehmen. Dieses glückte mir in so weit, dass die Masse nun zwar kein Glas war, doch hatte sie nicht die Eigenschaften des Whinstone's, sondern glich sehr einer Leber. Zuweilen erhielt ich eine glasartige Masse, voll kleiner Kugeln, die einen erdigen Bruch hatten. Endlich glückte mir aber doch am 27sten Januar die beabsichtigte Wirkung aufs vollkommenste. Ich brachte in diesem Versuche den Tiegel voll schmelzenden Whinstone's aus dem Reverberir-Ofen schnell in ein grosses offnes Feuer, umgab ihn dort mit brennenden Kohlen, unterhielt das Feuer mehrere Stunden hindurch, und liess es dann nach und nach ausgehen. Nach dem Erkalten wurde der Tiegel zerbrochen, und es fand sich in ihm eine Masse, die in jeder Rücksicht vom Glase verschieden war und in der Textur vollkommen dem Whinstone glich. Ihr Bruch war rauh, steinig und krystallinisch, und eine Menge kleiner glänzender Facetten war durch die ganze

Masse zerstreut.*) In den Höhlungen, die durch Luftblasen entstanden waren, konnte man die Krystallisation noch deutlicher bemerken; da sie mit sehr bestimmten Krystallen überzogen waren. Ich zeigte dieses Stück der Edinburger Societät und meinen Freunden vor. Auf ihren Rath beschloss ich, um allen Zweifel, ob auch wohl der Whinstone beim Schmelzen sein krystallinisches Gefüge schon gänzlich verloren haben mochte, zu heben, künftig den Stein erst in Glas zu verwandeln; und damit nach der zweiten Schmelzung die Krystallisation zu bewirken.

Diese Operation unternahm ich mit dem Dr. Kennedy, dem ich den glücklichen Erfolg der folgenden Versuche grösstentheils zu verdanken habe. Wir verwandelten zuerst eine Menge desselben Whinstone in ein vollkommnes, schwarzes Glas, füllten dann einen Schmelztiegel mit solchen Glasstücken, und setzten ihn einer Hitze aus, von der wir glaubten, dass sie zum Schmelzen des Glases

*) Es befanden sich darin noch viele kleine Kügelchen, die wie Schrot aussahen. Sie waren regulinisches Eisen, das sich aus dem Eisen-Oxyd in dem Whinstone mittelst des Reissbleies reducirt hatte. Eben deshalb konnte aber der wiedererzeugte Whinstone mit dem anfänglichen nicht in allem übereinstimmen. Ich nahm daher zu meinen Versuchen weiter keine Reissbleitiegel, sondern Hessische und ähnliche, wobei die Resultate reiner ausfielen. *Hall.*

mehr als zureichend seyn würde. Wir ließsen das Feuer nachher allmählig ausgehen. Zu unserm Erstaunen fanden wir aber beim Herausnehmen des erkalteten Tiegels, dafs die Glasstücke nicht zum vollkommnen Schmelzen gekommen waren; denn sie hätten meistentheils noch ihre anfängliche Gestalt. Dies brachte uns auf die Entdeckung einiger sonderbaren Eigenschaften des Whinstone's, von denen in der Folge eine befriedigende Erklärung vorkommen soll.

Eine andere Portion desselben Glases ward darauf in einem sehr starken Feuer vollkommen geschmolzen; dann zu einer Temperatur von 28° Wedgwood gebracht und in dieser 6 Stunden lang erhalten. Das Resultat war eine vollkommen solide Masse, die bis zu einer gewissen Tiefe ringsum krystallisirt, im Innern aber noch glasartig war. In einem andern Versuche, wo das Glas nach der Schmelzung in einer Temperatur von 28° W. 48 Stunden hindurch erhalten wurde, erhielten wir eine gänzlich krystallisirte und durchaus steinige Masse. In ihren festen Theilen erblickte man Facetten, und in einigen Höhlungen oder Blasen waren kleine Krystalle angeschossen.

Dr. Hope und Herr Boswell wiederhohlten den ersten dieser Versuche mit gleichem Erfolge. Seitdem habe ich sie noch mit andern Arten des Whinstone's, und zwar immer mit gleichem Glücke, unternommen. Durch starke Hitze und schleunige Abkühlung verwandelte ich sie insgesammt erst in

Glas. In einer langen und schmalen Muffel, die ringsum mit glühenden Kohlen umschüttet wurde, aufs neue geschmolzen, und lange in einer Temperatur von 28° bis 30° W. erhalten, krystallisirten sie sich, und gaben aufs neue Whinstone.

Die aus den Gläsern erhaltenen krystallinischen Substanzen habe ich, auf den Rath des Dr. Hope, *Krystalliten* (*crystallites*,) genannt. Die natürlichen Whinstone erweichen sich zwischen 38° bis 55°, die Gläser von 15° bis 24°, und die Krystalliten zwischen 32° bis 45° des Wedgwoodschen Pyrometers, wie man das aus der Tafel am Ende dieses Aufsatzes sehn mag. Die Pyrometer-Versuche wurden mit zwei vom sel. Wedgwood selbst verfertigten, und von seinem Sohne verificirten Instrumenten angestellt, und sind daher zuverlässig. Der Würfel lag unter der Muffel neben der Masse, und wurde herausgenommen, sobald diese so weit erweicht war, dass sie dem Eindrucke eines gebogenen Eisendrahts nachgab.

Bei dem Versuche über den Schmelzungsgrad des Glases aus der ersten Art Whinstone zeigte sich abermahls ein sonderbarer Umstand. Ich hatte einen langen dünnen Streifen dieses Glases unter der Muffel mit beiden Enden auf Träger von Thon gelegt, so dass er in der Mitte nicht unterstützt war, und erwartete, ihn hier beim geringsten Grade des Erweichens sinken zu sehn. Als die Muffel eine mässige Hitze erlangt hatte, bemerkte ich eine kleine Veränderung in der Gestalt des Glases; ich liess

es daher eine Zeit lang bei dieser Hitze, um eine völlige Schmelzung zu bewirken, doch erfolgte keine Veränderung, selbst als ich die Hitze beträchtlich vermehrte. Erst, als die Hitze bis über 30° W. getrieben war, sank das Glas gänzlich zwischen den beiden Stützen nieder.

Dieses brachte mich sogleich auf die Vermuthung, das Glas möge sich bei der Einwirkung der ersten Hitze erweicht, dabei aber krystallisirt haben, und dadurch so schwerflüssig geworden seyn, dass es nicht eher wieder schmolz, als bis die Hitze über 30° W. stieg; eine Vermuthung, welche der folgende Versuch bestätigte. Nachdem die Muffel bis auf 21° W. erhitzt war, wurde ein Stück von demselben Glase in einer thönernen Schale hineingesetzt. Binnen einer Minute wurde das Glas so weich, dass es dem Drucke eines eisernen Stäbchens nachgab; als ich es in der zweiten Minute wieder berührte, war es schon gänzlich hart, obgleich die Temperatur noch völlig dieselbe war. Die verhärtete Masse hatte zugleich eine totale Veränderung erlitten. Sie war nicht mehr glasartig, hatte einen Bruch wie Porzellan, etwas glänzend, und ihre schwarze Farbe hatte sich in eine dunkelbraune verändert. Als sie darauf wieder der Hitze ausgesetzt wurde, fing sie erst bei 31° an zu schmelzen, war also in der vorigen Hitze noch immer schwerflüssiger, als das bis 13° oder 14° W. erhitzte Glas.

Eine Menge ähnlicher Versuche hat es ausser allen Zweifel gesetzt, dass das Glas aus dieser Art

von Whinstone in jeder Temperatur von 21° bis 28° Wedgw. einschliesslich, vom weichen oder flüssigen Zustande durch Krystallisation in den festen übergeht. In den niedern Graden dieser Temperatur, z. B. bei 23°, geht die Krystallisation schnell und unvollkommen, in den höhern, langsamer, aber vollkommner vor sich. Uebrigens findet sie noch statt, wenn die Temperatur innerhalb jener Gränzen, nur nicht zu schnell, steigt oder sinkt. — Hieraus läßt sich das leberähnliche Produkt bei meinem ersten Versuche leicht erklären, wo ich die zur vollkommnen Krystallisation nöthige Temperatur zu schnell hatte vorbeigehn, und die Masse zu geschwind erkalten lassen. (es war ein Mittelzustand zwischen Glas und Krystallit;) auch warum im ersten Versuche mit dem Dr. Kennedy, wo wir schnell starke Hitze gaben, das Glas, ohne zu schmelzen und seine Gestalt zu ändern, in einen Krystallit überging.*)

1. Alle diese Versuche wurden mit der ersten Art des *Whinstone's* angestellt, nämlich mit dem aus einem Steinbruche, (*Bell Mill* genannt,) an der Leith bei Edinburg, der größtentheils aus *Hornblende* bestand. Wiederhohlt wurden sie mit den 6 folgenden Arten von Whinstone.

2. *Mit dem Whinstone des Edinburger Schlossfelsens*, einem schwärzlich-blauen, feinkörnigen Ba-

*) Auch scheint hierauf der Unterschied zwischen Glas und Reaumürischem Porzellän zu beruhn.
d. H.

falte, von unebnem, dem splittrigen sich näherndem Bruche. Er ist im Ganzen homogen, (nur hier und da zeigen sich stellenweise wenige kleine Hornblend-Krystalle,) hat etwas Glanz mittelst kleiner Facetten, riecht erdig, wenn man ihn anhaucht, und schlägt am Stahle schwach Feuer. Das reine Glas, welches er bei plötzlichem Erkalten nach einer mäfsigen Hitze gegeben hatte, wurde in drei Versuchen krystallisirt, und gab Krystallite, die dem Steine sehr glichen. Ein grofses in der Glashütte verfertigtes Stück ist in der Farbe und Textur dem behandelten Basalte so ähnlich, dafs es kaum möglich wäre, sie von einander zu unterscheiden; wenn nicht im künstlichen Krystallit sich einige Luftblasen befänden. Das Glas läfst sich nicht so leicht schmelzen, als das von Nr. 1, und scheint nicht die Eigenschaft zu besitzen, den Leber-Krystallit hervorzubringen.

3. *Mit Whinstone von den Basalt-Säulen von Arthur's Sitz bei Edinburg.* Die Grundmasse ist ein dunkelgrauer Basalt von unebnem Bruch und erdigem Geruche, der am Stahle wenig Feuer schlägt, und viele Blättchen krystallisirten Feldspaths, die stark glänzen, durchsichtig und meist farbenlos sind, auch etwas schwarze Hornblende enthält. — Bei einer Temperatur von 100° und drüber wurde die ganze Masse in ein reines schwarzes Glas verwandelt; bei einer mäfsigern Hitze, von ungefähr 60°, blieb aber der Feldspath unverändert, indefs die Hornblende sammt der Grundmasse zu Glas wurde.

Beide Glasarten lieferten sehr bestimmte Krystallite, die letztere, in der sich die Feldspath-Krystalle unverändert befanden, eine Masse wie Porphyr. In der Grundmasse hatten sich in einem Exemplare so vollkommne Krystalle gebildet, dass man sie überall in den Höhlungen und auf der Oberfläche sieht, so dass diese durchweg schimmert; sie schienen Hornblende von neuerer Formation zu seyn, und waren sehr viel schwerflüssiger als der Krystallit, der sie enthielt, und fast eben so unschmelzbar, als einige Arten natürlicher Hornblende.

4. *Mit Whinstone aus der Nähe von Duddingstone-Loch.* Die Grundmasse ist schwarzer Basalt von unebnem Bruche, worin sich viele Augit-Krystalle, weniger grünlich-weisser, stark glänzender und durchsichtiger Feldspath, auch Körner von Olivin befinden, und die am Stahle etwas Feuer schlägt. Sein Glas liefert einen feinkörnigen Krystallit gleich dem von Nr. 1.

5. *Mit Whinstone von Salisbury Craig bei Edinburg*, einem Aggregate von schwarzer Hornblende und einer grünlich-weissen Masse, beide in kleinen Körnern. Die grünlich-weisse Masse gleicht Feldspath, ist aber weit leichtflüssiger, und der ganze Stein kömmt sehr nahe mit Nr. 1 überein. Sein Glas liefert einen Krystallit voll Facetten, der dem natürlichen Whinstone Nr. 4 sehr ähnlich ist.

6. *Mit Whinstone aus dem Flussbette der Leith*, der sich darin in grossen Blöcken findet und ganz die Mischung des vorigen zu haben scheint. Ist die

weiſse Maſſe in ihnen Feldſpath, ſo würde ſie der Wernerſche *Grünſtein* ſeyn; allein ſie iſt für Feldſpath zu leichtflüſſig, und ſchmilzt in der Hitze eher als die Hornblende. Sie riecht erdig und läſst ſich, wiewohl ſchwer, mit dem Meſſer ſchaben. Beim Schmelzen und Kryſtalliſiren verhält ſich dieſer Whinſtone wie die andern.

7. *Mit Whinſtone von den Baſalt-Säulen von Staffa.* Er iſt ein blau-ſchwarzer Baſalt, feinkörnig und homogen, von unebnem Bruche, ſehr mattem Schimmer und erdigem Geruche, und läſst ſich, wiewohl ſchwer, mit dem Meſſer ſchaben. Er giebt ein vollkommnes und ſehr hartes Glas, von dem man bei gehörig regierter Hitze einen gleichförmig ſteinigen Kryſtallit erhielt, der ſeinem Originale ſehr ähnlich war.

Alle dieſe Whinſtones nehmen nach dem Schmelzen, bei langſamen Erkalten, einen ſteinartigen Charakter an; mit Wahrſcheinlichkeit läſst ſich daher der ganzen Klaſſe dieſe Eigenthümlichkeit zuſchreiben. Und ſo wären dann die Gründe, welche man gegen eine unterirdiſche Schmelzung der Gebirgsarten von der Trapp-Formation, (Whinſtones,) bis jetzt von ihrer ſteinartigen Beſchaffenheit anzuführen pflegte, hierdurch vollſtändig widerlegt.

Verſuche mit Laven.

Eine genauere Unterſuchung der Laven, die unbezweifelt über der Erde durch Hitze flüſſig waren, iſt zur Prüfung der Huttonſchen Theorie der

Erde vorzüglich wichtig. Da, nach ihm, die Whinstones im Innern der Erde durch dasselbe Agens auch flüssig gewesen seyn sollen, so müssen beide in manchem überein kommen, woraus sich ihre geognostische Beschaffenheit aufklären lässt.

Zu diesen Versuchen setzte mich das Kabinet vulkanischer Produkte in Stand, das ich in Gesellschaft J. Home's, und Dolomieu's 1785 auf dem Vesuv, dem Aetna und den Liparischen Inseln gesammelt habe, und das aus lauter recht dichten Exemplaren besteht, die aus dem Innern der Lavaströme, und nicht, wie nur zu häufig geschieht, von der schlackigen Oberfläche weggenommen sind.

Diese dichten Laven und die Whinstones gleichen sich nicht nur beim ersten Anblicke auf das auffallendste, sondern ihre Aehnlichkeit hält auch die strengste Prüfung aus. Beide bestehn aus einer steinigen Basis, die häufig einzelne Krystalle von verschiedenen Substanzen, als von weissem Feldspath und schwarzer Hornblende, enthält, und die Aehnlichkeit geht selbst durch die verschiednen Arten beider so weit hindurch, dass ich überzeugt bin, zu jeder Art Lava des Aetna lasse sich eine ihr völlig entsprechende schottische Whinstone-Art auffinden.

So wie sie sich in ihren äussern Kennzeichen gleichen, stimmen sie auch in ihren chemischen Eigenschaften überein. Bevor ich jedoch meine Versuche, welche diese Uebereinstimmung beweisen, aufführe, muss ich ein Wort über Dolomieu's und Kirwan's Meinung sagen: *die Laven seyen keiner*

n intensiven Hitze ausgesetzt gewesen, um vollkommen schmelzen zu können. Die Art ihres Flüssigwerdens stellen sich beide verschieden vor. Hier ihre eignen Worte:

„Es ist nöthig, hier nochmahls zu wiederhohlen," (sagt Dolomieu, *Isles Ponces*, p. 75) „was ich schon vor mehrern Jahren gezeigt habe, dass nämlich das Feuer der Vulkane in den meisten Fällen die Natur der Steine, die es in den Zustand des Schmelzens versetzte, nicht verändert, sie selbst nicht so unkenntlich gemacht hat, dass man die Basis der Laven nicht jetzt noch unterscheiden könnte; und dass dieses Feuer auf eine andere Art, als unser chemisches Ofenfeuer wirkt, und in den Laven einen Fluss hervorbringt, der von dem glasartigen Flusse ganz verschieden ist, den wir bewirken, wenn wir die Stoffe, die den Laven zu Basen dienen, oder die Laven selbst bei einem heftigen Feuer behandeln. Das Feuer der Vulkane hat keine Intensität; es kann selbst die allerschmelzbarsten Stoffe, als die Schörle, die sich wie Bestandtheile im Innern der Laven befinden, nicht in Glas verwandeln. Der Fluss, den dieses vulkanische Feuer bewirkt, ist eine durch eine bloſse Ausdehnung bewirkte Auflösungsart, wodurch die Theilchen in den Stand gesetzt werden, über einander hin zu fliessen, und vielleicht kommt noch die Beihülfe einer andern Materie hinzu, die dem Flusse zum Vehikel dient."

Kirwan erklärt diese Annahme Dolomieu's für sonderbar und unbegreiflich; aber nach meiner Meinung ist die seinige nicht viel besser. Er sagt: (*Elements of Mineralogy*, Ed. 2, Vol. I, p. 396.) „Nun giebt es aber nur drei Arten von Schmelzungen: die, welche Porcellan, die, welche Email und Halbgläser, und die, welche Glas hervorbringt. Betrachten wir die Laven, so finden wir, dass sich nur ein sehr geringer Theil derselben in einem dieser Zustände befunden hat. Da sie aber doch flüssig war, so ist es klar, dass ihr flüssiger Zustand nicht von dem Flusse ihrer eignen Bestandtheile, sondern von dem einer fremden Substanz herrührte, die mit ihr gemischt war. Diese Vermuthung ist so wahrscheinlich, dass sie selbst Dolomieu, (bei aller seiner Vorliebe für eine besondere unbegreifliche Kraft des vulkanischen Feuers, vermittelst welcher es die erdigen Substanzen schmelzen soll, ohne ihre sichtlichen Merkmahle zu verändern,) zu der Aussage brachte: „Ich hoffe beweisen zu können, dass die Laven in ihrem Innern einen verbrennlichen Stoff enthalten, der wie andere Körper brennt und zerstört.“ (*Isles Ponces*, p. 10.) Dennoch vergisst er, uns zu sagen, was dieser Stoff ist, ob es gleich ganz klar am Tage liegt, dass er nichts anderes als Schwefel und Erdpech seyn kann, die sich in grossen Quantitäten in allen vulkanischen Gegenden befinden, bei einem geringen Grade der Hitze flüssig werden, und alle die steinigen Substanzen, die sich in ihnen befinden, in Fluss bringen.“

Die Meinung dieser beiden Geologen stützt sich auf den Wahn, dass aus der Lava, wenn sie in unserm Feuer völlig in Fluss gebracht ist, nichts anderes als Glas entstehn könne. Giebt man dieses zu, so möchte es allerdings sehr schwer seyn, alle Erscheinungen bei vulkanischen Ausbrüchen aus den bis jetzt bekannten Naturkräften abzuleiten, wesshalb der eine dieser Geologen zu einer hypothetischen Modification jener Kräfte, der andere zu dem Einflusse gewisser Stoffe seine Zuflucht, die keine Spur ihres Daseyns hinterlassen haben, *) und die, wären sie auch gegenwärtig gewesen, doch nicht die Wirkungen hätten hervorbringen können, die er ihnen zuschreibt.

Nach beiden Hypothesen soll die Hitze der Vulkane von sehr geringer Intensität seyn. Die wenigen Beobachtungen aber, die ich anzustellen Gelegenheit hatte, und die von unzähligen Thatsachen bestätigt werden, welche mehrere Reisende erzählen, überzeugen mich, dass sie bei weitem den Grad übertreffen muss, der zum vollkommensten Schmelzen der Laven und aller der Substanzen, die in

*) Alle Laven, die ich gesehen habe, enthielten nicht die geringste Spur von Steinöhl; auch traf ich nirgends Schwefel an, als da, wo er durch die sich verdichtenden Dämpfe erzeugt wurde, welche sich, lange Zeit nach beendigtem Ausbruche, aus Spalten erheben. *Hall.* Vergl. *Annal. der Phys.*, VI, 30 33 *a. d. H.*

ihnen enthalten sind, erforderlich ist; *) und die bereits beschriebenen Versuche zeigen, dass, um ihr Entstehen zu erklären, es gar nicht nöthig ist, etwas anzunehmen, das dem gewöhnlichen Laufe der Natur fremd ist, indem sie darthun, dass Glas nicht das einzige Produkt der Schmelzung ist, und dass die geschmolznen, der Lava so äusserst ähnlichen, Whinstones ihren steinigen Charakter wieder annehmen, wenn man sie allmählig abkühlen lässt. **)

Um die Wahrheit dieses Schlusses nicht allein durch Analogie, sondern auch unmittelbar darzuthun, stellte ich folgende Versuche mit verschiedenen Arten von Lava an. Von vier derselben bin ich ganz gewiss, dass sie von geflossnen Lavaströmen hergenommen sind. Bei dem gegenwärtigen Zustande der Geologie muss man sich die möglichste Mühe geben, um sich ganz gewiss zu überzeugen, dass die gesammelten Stücke wirklich Lava sind, da dieser Umstand so oft ist übersehen worden, wie ich

*) Vergl. *Annal. d. Physik*, V, 432 *u.* 435 *a. d. H.*

**) Ich bin daher fest überzeugt, dass sowohl die Bildung der in den Laven befindlichen isolirten Stoffe, als auch die Eigenthümlichkeiten der innern Structur, welche die Laven mit dem Granit und den Basalten gemein haben, der Krystallisation zuzuschreiben ist, die nach dem Schmelzen bei langsamer Erkaltung eintritt. Auch Beddoes erklärte nach mir aus der Krystallisation bei langsamen Erkalten den Charakter des Granits und der Basalte. *Hall.*

nachher zeigen will, wenn ich von dem Unterschiede der Laven von den Whinstones reden werde.

1. *Lava von Catania.* Dieses ist die berühmte Lava, welche 1669 einen grossen Theil der Stadt Catania verheerte. Der innere Theil des Stroms, den Dolomieu sehr genau beschreibt,*) aus dem das Stück genommen ist, besteht aus einer lichtgrauen Grundlage, die mit Krystallen von Feldspath und Schörl, (Augit,) vermischt ist. Im Allgemeinen gleicht sie sehr der Gebirgsart der Basaltsäulen von Arthurs Sitz, mit der sie auch gleiche Erscheinungen in unsern Versuchen darbot. Nach einer starken Feuerung und schnellem Erkalten wurde sie in ein reines, schwarzes Glas verwandelt; war die angewandte Hitze nur mäſsig, so blieben die Feldspath-Krystalle unverändert. Gläser von beiden Arten, welche nach dem zweiten Schmelzen in

*) Isles Ponces, p. 256: „Elle est formée d'une pâte „de roche de corne grise, à grains fins, mêlée „d'écailles, et de cristaux de feldspath de même „couleur; elle contient un très grand nombre de „cristaux de schorl noir, et de grains de cryſolites „jaunes, les unes et les autres quelquefois chato„yans, de différentes couleurs dans leurs fractures. „..... Cette lave a une cassure seche, et un grain „rude, surtout dans le centre des courans; c'est „là où elle a toujours conservé une couleur plus „claire, qui doit être celle de sa base; sur les bords „et les surfaces elle s'est fort noircie; elle y a „acquis une assez forte action sur l'aiguille aiman„tée, que celle du centre n'a presque point." H.

einer Temperatur von 28° W. erhalten wurden, lieferten steinige und krystallinische Substanzen, welche etwas schwerer schmelzbar waren als ihre Originale; setzte man sie aber einer Temperatur von 22° W. aus, so krystallisirten sie sich plötzlich, wie die meisten Whinstone, in Leber-Krystallite. Diese letztere Eigenschaft ist allen Laven gemein.

2. *Lava von Santa Venere*, aus einem Strome unweit der kleinen Kapelle St. Venere, über dem Dorfe Piedimonte an der nördlichen Seite des Aetna. Da sie Steinen gleicht, die man für keine vulkanische Produkte hält, so waren wir sehr aufmerksam, unsre Stücke aus dem wirklichen Lavastrome herauszubrechen. An dem einen Stücke, das übrigens meist dicht ist, hängt noch eine schlackige Masse, die einen Theil der äussern Oberfläche des Lavastroms ausmacht. Die feste, dichte Masse ist von schwarzer, oder vielmehr von dunkelblauer Farbe, sehr feinkörnig und homogen, und hat eine Menge kleiner glänzender Facetten, die in der Sonne sichtbar sind. Hierin und in andern Rücksichten gleicht sie sehr der Gebirgsart des Edinburger Schlossfelsens. Diese Lava ist die zweite in Dolomieu's Verzeichniss und von ihm sehr gut beschrieben. *) Das aus dieser Lava erhaltne reine

*) Page 186: „Lave homogene noire: son grain est „fin et serré, il est un peu brillant, comme micacé lorsqu'on le présente au soleil; sa cassure nette et seche est conchéide comme celle du silex."
Hall.

ſchwarze Glas lieferte in der gehörig regierten Hitze die am beſten und durchgängigſten kryſtalliſirte Maſſe, die wir je aus einer Lava oder einem Whinſtone erhalten haben.

3. *Lava von La Motta di Catania.* Sie iſt ebenfalls dicht und homogen, bis auf einige kleine gelbe Chryſolitkörner, die in ihr zerſtreut liegen. *) Sie iſt durch eine Partial - Eruption herausgetrieben worden, und durch die Sandſteinhügel hervorgebrochen, welche den Aetna umgeben. Die Lage dieſer Maſſe iſt beſonders: ſie ruht auf einem kleinen Hügel, der aus loſen Schlacken gebildet, und deſſen Gipfel und Seiten ſo mit der Steinmaſſe bedeckt ſind, daſs man keinen Krater ſieht. Dieſer Anblick befremdete mich ſehr, und brachte Dolomieu und mich auf die Idee, die Lava ſey wahrſcheinlich ſenkrecht in die Höhe geſtiegen, und habe ſich dann ringsumher ergoſſen. Ihre groſse Dicke und geringe Ausdehnung ſcheinen das zu begünſtigen, was Dolomieu von verſchiedenen Laven vermuthet: daſs ſie nämlich auf dem Boden eines Oceans ausgebrochen ſind, der einſt Sicilien bedeckte, und daſs ſie durch das ſchnelle Abkühlen bei der Berührung des Waſſers verhindert wurden, ſich weit auszubreiten. Dieſe Vermuthung ſcheint mir viel für ſich zu haben. **) Kann ich indeſs dieſe Steinart dann

*) Dolomieu beſchreibt ſie p. 191. Sie gehört zu der fünften Abart ſeiner dichten Laven. *H.*

**) Dolomieu ſchreibt ſelbſt die Bildung eines Theils des Aetna einer ähnlichen Urſache zu; eine

nicht für Lava, die zu einem äussern Strome gehört hätte, ausgeben, so besitzt sie doch alle chemische Eigenschaften des Whinstone's und der Laven. Das Glas aus ihr gab einen dunkelgrauen Krystallit von gleichförmiger Textür, der in jeder Rücksicht dem Krystalliten gleicht, den ich aus dem Whinstone 1. erhalten habe.

4. *Lava von Island.* Ich erhielt sie zwar von jemand, der sie an Ort und Stelle gefunden hat, kann sie aber, da ich mit dem Vorkommen derselben nicht bekannt bin, nicht mit völliger Gewissheit für Lava ausgeben, ob sie gleich ganz so aussieht. Sie ist blau, ganz homogen und enthält einige Chrysolite unregelmäſsig in ihr verbreitet. Grosse Luftblasen nehmen beinahe die Hälfte des Volums ein, doch scheinen sie keinen fremdartigen Stoff in sich enthalten zu haben. Sie gab ein sehr schmelzbares Glas, und einen Krystallit, der dem Schmelzen viel stärker als das Original widerstand.

5. *Lava von Torre del Greco*, aus einem Strome, der sich im Mittelalter aus dem Vesuv in die See ergoss, und wegen seiner offenbar basaltischen Form die Aufmerksamkeit der Naturforscher besonders auf sich gezogen hat. Sie besteht aus einer grauen Grundlage, deren Bruch grobkörnig und uneben ist, und in welche grosse und bestimmte

Meinung, die ich bei einer andern Stelle dieses Aufsatzes Gelegenheit haben werde, näher zu beleuchten. *Hall.*

Schörlkrystalle, (Augite?) und einige Chrysolite, (Vesuviane?) eingesprengt sind. Sie schmolz schwerer als alle andere Laven, dennoch krystallisirte sich ihr Glas in einer niedrigern Temperatur.

6. *Lava vom Vesuv, die 1785 ausbrach.* Erwägt man die Bedingungen, unter denen die 5 vorigen Laven in meinen Versuchen, nach dem Schmelzen krystallisirten, so bleibt kein Zweifel, dass dasselbe auch in einem vulkanischen Strome statt finden müsse, der wegen seiner grossen Masse nur sehr langsam erkalten kann, und gewiss einen glasartigen Charakter annehmen würde, kühlte sie sich schnell genug ab. Diese letzte Behauptung kann ich durch einige Thatsachen beweisen, die ich zufällig im Frühjahre 1785 beobachtete, als ich einen aus dem Vesuv fliessenden Lavastrom untersuchte. Der Ausbruch von 1785 war nur wenig heftig, so dass ich mich dem feurigen Lavastrome, freilich nicht ganz ohne Gefahr, an drei verschiedenen Tagen nähern und ihn beobachten konnte. Ein dünner weisser Dampf oder Rauch verbarg ihn fast ganz; diesen trieb der Wind zuweilen seitwärts, und dann zeigte sich die Lava, wie sie dort aus der Seite eines Hügels hervorbrach, recht deutlich. Sie war glänzend weiss, glühend, floss so geschwind und behende wie Wasser, und glich in jeder Rücksicht geschmolznem Eisen, das aus dem Hohofen hervorströmt. Die hervorquellende Lava kochte stark auf; so wie die Hitze abnahm, liess dieses Aufbrausen nach, und offenbarte sich zuletzt nur durch einige grosse Blasen,

aus denen beim Platzen ein weifser Rauch emporſtieg. Da, wo ich mich dem Strome genähert hatte, beſaſs er noch eine ſtarke Rothglühhitze, und hatte die Conſiſtenz des Honigs. Eine Stange lieſs ſich mit Leichtigkeit hineinſtoſsen, und die Lava, die daran hängen blieb, war ſo zähe, daſs ſie ſich in Fäden ausziehn lieſs; als ſie kalt war, zeigte ſie eine glänzende Oberfläche und einen glasartigen Bruch.

Ueberzeugt von der Glasartigkeit dieſer Lava brachte ich das zweite Mahl Formen von Stück, (*ſtucco*,) mit, um Abgüſſe aus dieſer ſeltnen Subſtanz zu machen, fand aber den Lavaſtrom nicht mehr ſo flüſſig wie das erſte Mahl. Doch war ich noch im Stande, mit Hülfe einer kleinen, an das Ende einer Stange befeſtigten Schaufel, das zum gegenwärtigen Verſuche dienende Stück in teigartigem Zuſtande herauszuſchöpfen. Ich drückte ein Siegel darauf, es nahm aber nur die Geſtalt der Schaufel an, da es für einen genauen Abdruck zu grob war. Es iſt ſehr porös, ſo daſs die Luftblaſen beinahe ein Drittel der Maſſe einnehmen, und enthält eine Menge kleiner weiſser veſuvianiſcher Granatkryſtalle, die in einer ſchwarzen Subſtanz liegen, welche aufs vollkommenſte dem Glaſe gleicht, das wir in unſern Operationen aus der Lava durch ſchnelles Erkalten nach dem Schmelzen erhalten haben. Auſser allen andern Eigenſchaften beſitzt dieſes Lavaſtück auch die Schmelzbarkeit der Gläſer; denn es ſchmilzt vollkommen bei 18° W., d. i. 14 oder 15 Grad unter dem Schmelzgrade irgend einer ſteinigen Lava:

Bei allmähligem Abkühlen gab es mit allen den andern Lavagläsern ein und dasselbe Resultat. In den niedern Temperaturen lieferte es einen Leber-Krystallit, der unter 30° W. unschmelzbar war, und in den höhern eine steinartige Masse, die den gewöhnlichen Laven und Whinstonen glich, und erst bei 35° W. zu schmelzen anfing.

Was bisher ist gesagt worden, gilt bloss von den innern Theilen der Laven. Ihren Zustand an der Oberfläche zu erklären, schien mir anfangs sehr schwierig. Da sie hier viel schneller erkaltet, so sollte man erwarten, sie hier von glasartiger Natur zu sehn, und doch findet man auf der Oberfläche der Laven kein Glas, ausgenommen in wenigen Fällen, wie z. B. auf einer einzigen Stelle des Aetna. Diese Schwierigkeit verschwand indess, als ich bedachte, dass die Lava auch auf der Oberfläche, wegen der Nähe des darunter liegenden glühenden Stroms, keinesweges plötzlich erkalten könne, und dass über eine oder zwei Minuten vergehn, ehe ihre Temperatur von 23° bis zu 21° W. fallen kann. Wo dieses aber der Fall ist, verdichtet sich die Masse, wie ich gezeigt habe, zu einem leberartigen Krystallit. Und diesem gleicht die Schlacke der Lava vollkommen. Ein kleines Stück der aus dem fliessenden Strome genommenen Lavamasse, das ich in eine Temperatur von 22° W. brachte, verlohr in zwei Minuten seinen glasartigen Charakter; und hätte ich es nur etwas später aus dem Lavastrome geschöpft, so hätte es gewiss, wie der übrige Theil

der Oberfläche, schon damahls den Schlacken-Charakter erhalten.

Hieraus erklärt sich hinlänglich das Entstehn der Kruste, mit der sich die Oberfläche der fliessenden Laven bedeckt. Gerönne die Lava, nach Art des Peches oder Wachses, mit einer allmähligen und gleichförmigen Zunahme an Zähigkeit, so würde keine Kruste entstehn; auch nicht, wenn die durch Berührung der kältern Luft etwas verhärtete Oberfläche, beim Darüberströmen heisserer Lava, wiederum erweichte, welches aber keineswegs der Fall ist, da, wie wir sahn, die Oberfläche der Lava, wenn sie bis zu 21° W. erkaltet ist, plötzlich zu einem festen Körper wird, der von keiner Hitze unter 30° W. zu erweichen ist, und die einmahl gebildete Kruste bildet einen festen Kanal, in dem die fliessende Lava fortströmt. An verschiedenen Stellen des Aetna, (z. B. zu *Malpertui* über *Piedimonte*,) findet man dergleichen weite Kanäle, längs und aus denen die Lava geströmt ist, ohne sie zu zerstören.

Auch das unregelmässige Strömen der Lava, wenn sie nicht mehr ausnehmend heiss ist, lässt sich hieraus erklären. Im untern Theile des fliessenden Stroms bildet sich nämlich eine Kruste, die den Lauf hemmt, bis sie der Druck der dahinter sich anhäufenden flüssigen Masse endlich durchbricht, da denn die Lava schnell fortströmt, bis eine aufs neue sich bildende Kruste sie wiederum aufhält.

Was ich, nach Analogie der Eigenschaften des Whinstone's, behauptet hatte, daſs der Stein-Charakter der Laven dem Umstande zuzuschreiben sey, daſs sie nach dem vollkommensten Schmelzen nur allmählig erkalten; das wird durch diese Versuche direct bewiesen. Dieser Stein-Charakter der Laven kann folglich keinen Grund gegen die Intensität des vulkanischen Feuers abgeben, und wir dürfen, unzähligen Thatsachen zufolge, sehr wohl annehmen, daſs die vulkanische Hitze oft von ausserordentlicher Intensität sey.

Folgerungen für die Identität der Gebirgsarten von der Trapp-Formation und der Laven, und für Hutton's Theorie der Erde.

Die Vergleichung, die wir zwischen Whinstone und Laven angestellt haben, beweist, daſs diese beiden Steinarten in allen ihren Eigenschaften so ganz übereinstimmen, daſs wir sie für völlig identisch annehmen können; eine Identität, welche auch die chemische Analyse des Dr. Kennedy mehrerer der Whinstone- und Lava-Arten, mit denen ich die obigen Versuche angestellt hatte, aufs beste bestätigt. *) Nach ihr haben beiderlei Gebirgsarten dieselben Bestandtheile, und enthalten beide 0,04 bis 0,05 Natrum; ein Umstand, der ganz besonders für ihre Identität spricht, und aus dem sich ihr

*) Man findet diese Analyse im *Anhange* zu gegenwärtigem Aufsatze. *d. H.*

Uebereinstimmen in den Haupteigenschaften, so wie aus der kleinen Verschiedenheit in dem quantitativen Verhältnisse ihrer Bestandtheile, die geringen Unterschiede in den einzelnen Versuchen mit verschiedenen Stücken derselben Steinart, hinlänglich erklären läfst. *)

Diese genaue Uebereinstimmung ist der Huttonschen Theorie der Erde sehr günstig, nach der beide

*) Zwar sind die Chemiker bisher auf die Art des Abkühlens nach völligem Schmelzen nicht aufmerksam gewesen, haben aber doch manche Sonderbarkeit bemerkt, die der von mir aufgefundenen Eigenthümlichkeit bei allmähligem Erkalten zuzuschreiben ist. Die Schlacken aus Schmelzöfen gleichen genau meinem sogenannten Leber-Krystallit, entstehn also wahrscheinlich auf dieselbe Art. Einst sah ich eine dem Whinstone und der Lava in ihrem Stein-Charakter ausnehmend ähnliche Masse, die durch Schmelzen eines unreinen Kalksteines im Kalkofen entstanden war. Herr Dr. Beddoes hat ebenfalls ein krystallinisches Gefüge in den Schlacken einiger Eisenöfen bemerkt; und der berühmte Klaproth hat einige besondere Krystallisationen geschmolzner Massen beschrieben, die er erhielt, als er verschiedene Substanzen in die Hitze des Berliner Porzellän-Ofens gebracht hatte. *Hall.*

Hierher gehören unstreitig auch die bekannten *basaltähnlichen Säulen* aus den ungeheuren *Rhedenschen Hohöfen* auf der Frankenscharrner Hütte unweit Klausthal: vielleicht auch das *Reaumürische Porzellän*, über das man so lange im Dunkel gewesen ist. *d. H.*

Steinarten ehemahls geschmolzen waren. Nur soll die Hitze auf sie unter wesentlich verschiedenen Umständen gewirkt haben. Es käme daher darauf an, Merkmahle dieser verschiedenen Wirkung in ihnen aufzufinden, welches in der That nicht schwer fällt.

In den Gebirgsarten von der Trapp-Formation findet sich häufig *Kalkspath*, so wohl in Adern, als nierenweise, nie aber in der Lava. Auch kann er in keinem vulkanischen Strome existiren, da dessen Hitze die Kohlensäure verflüchtigen und den Kalk zwingen müsste, sich mit den andern Bestandtheilen der Masse zu verbinden. In dem Whinstone dagegen, der nach Dr. Hutton's Meinung in irgend einer frühern Periode, in den Rissen des Erdkörpers, sehr tief unter der damahligen Oberfläche geschmolzen war, musste durch das grosse Gewicht der aufliegenden Erdmasse *) die Kohlensäure zu

*) Frägt man, was aus dieser aufliegenden Erdmasse geworden ist, so antwortet Hutton, dass sie während einer unermesslichen Folge von Jahren durch dieselben Ursachen verschwunden sey, die noch jetzt unter unsern Augen die Oberfläche der Erde zernagen, und dass die fortgeschwemmten festen Theile im Grunde des Oceans, als Sand und lose Geschiebe liegen, welche, wenn sie bei künftigen Revolutionen in Fluss gerathen sollten, leicht wieder die Gestalt dichter Gebirgslager annehmen könnten.

Das Ganze dieses Systems hat für mich viele Wahrscheinlichkeit; nur dass ich mir die Art, wie

entweichen verhindert, und, wie in einem Papinianischen Topfe. mit dem Kalke in Verbindung er-

die aufliegende Erdmasse entfernt worden ist, anders vorstelle, und mit Pallas, Saussüre und Dolomieu annehmen zu müssen glaube, dass die Erdfläche, lange vor aller Geschichte, doch schon nach der Gestehung des Mineralreichs, durch grosse reissende Ströme ausgewaschen worden sey, welche hoch über die höchsten Berge fortgingen, und dass diesen Strömen die zerbröckelte und verwitterte Structur der äussern Hülle des Erdballs zuzuschreiben sey. Auf den Alpen und in Sicilien habe ich mich durch Augenschein von mehrern merkwürdigen Thatsachen überzeugt, auf die Saussüre und Dolomieu diese ihre Meinung gründen, und manche andere, die darauf deuten, wahrgenommen. Lord Daar, der mit mir der Huttonschen Theorie in allem, bis auf diesen Punkt, beistimmt, verstärkt das Gewicht jener Gründe durch merkwürdige Beobachtungen über Seen und in den Schottischen Hochländern, und wir sind Willens, diesen Gegenstand noch weiter gemeinschaftlich zu verfolgen. Dr. Hutton giebt sich im zweiten Theile seiner *Theory of Earth* viele Mühe, Alles, was das Daseyn solcher Ströme beweisen soll, zu widerlegen; aber nach meiner Meinung stimmen sie nicht nur sehr wohl zu seinen allgemeinen Ansichten, sondern lassen sich auch als eine nothwendige Folgerung aus seinen Voraussetzungen herleiten. Denn wenn die Gebirgslager sich nach seinem Systeme aus dem Grunde der See erhoben, so musste, geschah dieses nicht unbegreiflich langsam, das darüber stehende Wasser nach allen Richtungen

halten werden. Dieser Kalkspath scheint zwar zugleich mit dem Whinstone in Schmelzung übergegangen zu seyn, sich aber zu diesem wie Oehl zum Wasser verhalten, und unvermischt damit, sich in mehr oder weniger sphärische Tropfen vereinigt zu haben. *)

Dieser Umstand erklärt eine Erscheinung, durch die einige der ältern Mineralogen irre geführt wurden. Viele Gebirgsarten von der Trapp-Formation gleichen von aussen völlig den porösen Laven; beim Bruche findet man sie aber innerlich ganz dicht und voll runder Kalkspathnieren, die, wie sich dann zeigt, nahe an der Oberfläche nur durch das Regenwasser ausgewaschen sind. Die sphärische Gestalt der Luftblasen in den Laven und der Kalkspathnieren in den Trapp-Gebirgsarten, scheint von einer gemeinschaftlichen Ursache, nämlich von der wechselseitigen Abstossung zweier gemischter Flüssigkeiten, die sich nicht mit einander verbinden, herzurühren.

Ich läugne nicht, dass diese *Theorie über den Kalkspath* bis jetzt noch blosse Hypothese ist, doch stützt sie die Analogie, und sie dürfte leicht zu entschei-

mit einer Gewalt strömen, welche die Wirkungen, die ich ihnen zuschreibe, veranlassen musste. *Hall.*

*) Die durch Druck modificirte Wirkung der Hitze, welche unter allen Geologen Hutton allein in Betrachtung gezogen hat, unterscheidet seine Theorie wesentlich von allen andern vulkanistischen. *Hall.*

ſcheidenden Verſuchen und Beobachtungen führen. Gewiſs müſste man bei einer ſorgfältigen Unterſuchung vulkaniſcher Gegenden auf Thatſachen ſtoſsen, welche Licht über dieſen Gegenſtand verbreiten, und ich glaube zu dem Ende hier einige Beobachtungen mittheilen zu müſſen, die ich ſelbſt 1785, ehe ich noch irgend einem geologiſchen Syſteme zugethan war, in den vulkaniſchen Gegenden Italiens gemacht habe.

Irrig glaubt man faſt allgemein, daſs einige Laven des *Aetna* Kalkſpath und Zeolith enthalten. Zwar enthalten manche Felſen dieſes Berges beide Stoffe in Ueberfluſs; aber nach meiner Meinung ſind dieſe Felſen nicht aus Laven entſtanden, ſondern waren einſt, gleich unſerm Whinſtone, dem ſie in jeder Rückſicht gleichen, im Innern der Erde flüſſig. Der Diſtrict des Aetna, der die *cyklopiſchen Inſeln* in ſich faſst, und die Gegend um *La Prezza* und das Schloſs *Jaci* ſind ganz beſtimmt von dieſer Gebirgsart, von der man auch Spuren an andern Stellen des Berges findet. An einer Stelle fanden wir foſſile Kohlen, an einer andern Seemuſcheln. In der Nachbarſchaft von *Bronte* bemerkten wir einen hohen Bergrücken, der aus abwechſelnden Lagen von Sandſtein und Kalkſtein beſtand, zum Theil von neuen Laven überſtrömt war, und der in ſeiner ganzen Ausdehnung keinen unbeträchtlichen Theil des Aetna auszumachen ſchien. Da folglich der Aetna aus unterirdiſchen und überirdiſchen Feuerprodukten zuſammengeſetzt iſt, ſo giebt er die beſte

Gelegenheit zur fernern Vergleichung der Gebirgsarten von der Trapp-Formation mit den Laven. *)

Nicht minder interessant für diese Vergleichung ist der *Vesuv*. Die Geschichte dieses Vulkans ist einfacher als die des Aetna, da er offenbar durch fortgesetzte Wirkung äusserer Ausbrüche entstanden ist, die ihn in irgend einer entfernten Periode aus der See emporgehoben haben, welche sich vormahls über die *Campi Phlegraei* bis an die benachbarten Apenninen erstreckte. Der ganze Vulkan scheint einst aus einem einzelnen grossen Kegel bestanden zu haben, wovon der grösste Theil bei einem heftigen Ausbruche, (vielleicht dem zu Plinius Zeit?) versunken ist, so dass nur ein Stück seiner Basis zurückblieb, das nun der Berg *Somma* genannt wird. **) Dieses Bruchstück hat noch seine ursprüngliche Gestalt, und auf der gegen die Städte Somma und Otajano zugewandten Seite ist die äussere konische Oberfläche, über welche die alten Lavaströme hinabgeflossen sind, noch gänzlich unversehrt. Nach der Spitze des Kegels zu bricht der Somma steil ab, und bildet einen senkrechten, einige hundert Fuss hohen, nach innen gekrümmten Abgrund.

*) Schon Dolomieu nahm den Unterschied beider wahr, glaubte aber, dass die Massen, welche wir für unterirdische Schmelzprodukte halten, im Grunde des Oceans hervorbrachen. *Hall.*

**) Vergl. die Abbildungen des Vesuvs in den *Annalen der Physik*, B. V, auf Tafel VII, Fig. 6, und auf Tafel VIII. *d. H.*

Aus dem Schlunde, der durch den Einsturz des alten Berges entstand, aber nicht genau aus dessen Mitte, sind die wiederhohlten Explosionen hervorgebrochen, die durch Anhäufung den gegenwärtigen Kegel des Vesuvs gebildet haben. Gegen die See zu hat sich dieser neue Kegel so ausgebreitet, dass er die Trümmer des alten vollkommen bedeckt, und sich in einem fortlaufenden Abhange vom Krater bis zum Fusse des Berges hinabzieht. Nach der entgegengesetzten Seite stösst er an die Grundlage der steilen Bergwand des Somma. In den Winkel, den beide bilden, haben sich viele Lavaströme ergossen, und dadurch ein schmales, horizontales, mondförmiges Thal erzeugt, das *Atrio del Cavallo* genannt wird.

Von diesem Thale aus giebt die Felsenwand des Somma eine vollständige Ansicht der innern Structur des alten Berges, die unsern Vorstellungen recht wohl entspricht. Jede der auf einander folgenden Lagen, die nach und nach auf die äussere Fläche des alten Kegels abgesetzt wurden, erscheint hier in Gestalt eines horizontalen Kreisbogens. Das Ganze besteht aus abwechselnden Schichten von dünnen Lavaströmen und sehr dicken Lagern loser und schaumartiger Rapillen, (*rapilli,*) welche letztere aus dem Vulkan in einem weichen Zustande herausgeworfen wurden und schauerweise an den Seiten des Berges hinabfielen.

An verschiednen Stellen wird diese regelmässige Lagerung durch senkrechte, 2 bis 12 Fuss mächtige

Laven unterbrochen, welche die eben beschriebnen Schichten regellos durchkreuzen, und ohne Unterschied durch die festen und lockern Lagen aufwärts gehen. Es fiel uns *) sogleich ein, dass diese Laven in Spalten des alten Berges müssen geflossen seyn, und wir erklärten sie uns daraus, dass ein herabrinnender Lavastrom in seinem Laufe auf eine Spalte oder Kluft kam, dergleichen bei jeder grossen Explosion entstehn, und in ihr zum Innern des Berges zurückfloss; eine Vermuthung, in die auch Dolomieu und Breislak einstimmen, welche beide diese senkrechten Laven des Somma erwähnen. **)

Bisher hatten sie mich bloss als eine artige vulkanische Erscheinung interessirt; jetzt halte ich sie überdies für die Geologie für äusserst wichtig und folgereich, da sie mir ein Zwischenglied zwischen den unter- und überirdischen Schmelzprodukten

*) Ich betrachtete diese Stelle in Gesellschaft des Dr. J. Home, 1785. *Hall.*

**) Dolomieu glaubt, (*Isles Ponces*, p. 100,) dass diese Laven über den Rand des Kraters flossen, und Breislak, dass sie zuerst die offne Höhlung des Kraters ausgefüllt, und sich von da in die Klüfte der Seitenwände des Kraters ergossen haben, (*Topografia fisica della Campania*, pag. 115.) Das letztere interessante Werk voll genauer Beschreibungen, erschien 1798. *Hall.*

Eines kurzen Auszugs daraus, wird sich der Leser aus den *Annalen der Physik*, V, 396, erinnern. *d. H.*

auszumachen scheinen. Mit Recht, glaube ich, nahmen wir schon vormahls an, dass diese Laven in Spalten flossen, irrten uns aber in ihrer Richtung, da sie schwerlich abwärts, in den Berg hinab, sondern, wie ich nun überzeugt bin, aufwärts flossen, indem die Spalten gleich Röhren dienten, durch welche sich Laven, die an den Seiten des Conus ausbrachen, einen Ausweg bahnten. Dieses wird durch die bekannten Erscheinungen bei vulkanischen Ausbrüchen sehr wahrscheinlich. Mehrentheils pflegen die Laven sich vom Gipfel ab erst dann zu ergiessen, wenn der Krater bis an den Rand damit gefüllt ist. Die Basis des Berges muss dann aber einen unglaublichen Druck nach aussen zu leiden, die dem Gewichte einer flüssigen Lavasäule, von der Höhe des Berges, gleich ist, wobei es natürlich zu erwarten steht, dass dieser Druck, unterstützt von den starken Erschütterungen bei einer Explosion, den Kegel zersprengt, und grosse Risse in ihm bildet, in denen die Lava durch denselben Druck aufwärts getrieben wird, und sich aus ihnen an der Oberfläche mit Heftigkeit ergiesst. Der Ausfluss durch eine solche Spalte währt so lange, als die Kraft thätig bleibt, die den Druck bewirkt. Dann bleiben die Risse mit Lava gefüllt, die in dieser Lage erkaltet, und so die senkrechten Lavagänge bildet, dergleichen man am Somma antrifft.

Diese Meinung wird durch viele Erscheinungen bestätigt. So hört die Lava sogleich auf, aus dem Krater zu fliessen, wenn ein Ausbruch an der Seite

entsteht. Zuweilen bricht sie an der Seite des Kegels mit solcher Heftigkeit hervor, dass sie hoch in die Luft geschleudert wird, und dann ergiesst sie sich meist aus mehrern Mündungen, die nicht etwa hin und wieder zerstreut, sondern in einer fast geraden Linie liegen, welches offenbar anzeigt, dass dann die Entladung aus einem Risse hervordringt. Ein Umstand, den ich bei den senkrechten Lavagängen in Somma beobachtete, spricht nicht minder für jene Meinung. Die Masse in der Mitte der Gänge unterschied sich meist sehr von der an den Seiten, indess die Masse an den beiden Seitenwänden völlig übereinstimmte. Ich erkläre mir dies daraus, dass die Lava, die zuerst durch die Spalte floss, die Seitenwände bekleidete, und ein etwas verschiedner Strom, der auf sie folgte, beim Erkalten die Mitte des Ganges füllte. In einem Falle fand ich an beiden Seiten Lava und in der Mitte Tuff, welcher, wie man gewöhnlich annimmt, in dem Zustande eines wässerigen Schlammes hervorbricht. In einem andern Falle war die Gangart an den Seiten verglast, das Uebrige gewöhnliche Lava, welches sich aus meinen Versuchen leicht erklärt, da wahrscheinlich der Riss, in dem die Lava emporstieg, kalt war.

Will man diese Beobachtungen auf die allgemeine Geschichte der Erde anwenden, so sieht man leicht, dass die senkrechten Lavagänge in ihrer Lage die gröste Aehnlichkeit mit den Gängen in unsern Gebirgen haben, welche in allen Theilen der Erde durch die Gebirgslager durchsetzen, und de-

ren Gangart nach Hutton einst durch die unterirdische Hitze geschmolzen war. Die in unsrer Gegend so häufigen Whinstonegänge unterscheiden sich von ihnen in keinem Stücke, so weit ich es beobachten konnte, und es läst sich erwarten, dass genauere Prüfungen ihre Uebereinstimmung vollständig darthun werden. Doch dürfen wir uns aus ihnen nicht gar zu grosse Aufschlüsse versprechen: denn befand sich gleich die fliessende Lava in den senkrechten Lavagängen des Somma ohne Zweifel unter einem grosen Drucke der darüber stehenden Masse; so haben wir doch noch keinen Beweis, dass dieser Druck stark genug gewesen sey, um die Verflüchtigung der Kohlensäure zu verhindern, wie dies nach Hutton's Meinung bei der Bildung des Whinstones der Fall gewesen seyn soll. Auf der andern Seite läst sich aber auch nicht behaupten, dass dieser Druck dazu zu schwach gewesen sey, da wir den dazu nöthigen Grad des Drucks ganz und gar nicht kennen. Alle Lavagänge des Somma, die ich untersucht habe, waren vollkommen dicht, einen einzigen ausgenommen, den ich voll Poren fand, ohne doch bestimmen zu können, ob er aus wahrer poröser Lava bestand, oder ob nicht seine Höhlungen, wie die in unsern Whinstonen, durch das Fortspülen eingesprengter Kalkspathnieren nahe an der Oberfläche entstanden seyen. Gesetzt auch, diese Poren wären wirkliche Luftblasen, so ist dieser Umstand doch nur einem einzigen Strome eigen, und kann leicht einem geringern

Grade des Drucks zugeschrieben werden, der höchst wahrscheinlich von gar verschiedner Stärke war. Einige dieser senkrechten Lavaströme können aus einer Zeit herrühren, als der Vulkan noch niedrig war, oder in einer niedrigen Fläche einen Ausweg gefunden haben; in beiden Fällen kann der Druck nur schwach gewesen seyn. Andere Ströme dagegen, deren Mündung hoch lag, hielten in ihrem untern Theilen die volle Reaction einer hohen Säule flüssiger Lava aus, und müssen daher Wirkungen eines grofsen Drucks darstellen. Sollte ein künftiger Reisender so glücklich seyn, eine Kalkspathniere in einer der Laven zu finden, welche die Risse eines offenbar durch äufsere Auswürfe entstandnen Berges einnehmen; so würde alles, was von den Wirkungen des Drucks behauptet wird, aufhören, blofse Hypothefe zu seyn, und dadurch dieser Fundamental-Artikel der Huttonischen Theorie aufser allen Zweifel gesetzt werden.*)

*) Kirwan's prüfende Bemerkungen über diesen für die Geologie nicht unwichtigen Auffatz des Baronets James Hall, (gegenwärtiger Auszug daraus, war schon vor vier Monaten gröfstentheils gedruckt,) verspäre ich für das folgende Stück.

d. H.

Tabelle

über die Schmelzbarkeit der in den vorigen Versuchen erwähnten Stoffe, nach Graden des Wedgwoodschen Pyrometers.

	Grade, bei welchen er weichte und zu schmelzen anfing.		
A. Gebirgsarten von der Flötztrapp Formation, (Whinstones.)	der Stein.	das Glas daraus.	der Krystallit.
1. Aus dem Steinbruche *Bell's Mill* bei *Edinburg.*	40	15	32
2. Vom *Edinburger Schlossfelsen.*	45	22	35
3. Von den *Basaltsäulen* von Arthur's Sitz.	99	18	35
4. Aus der Nähe von *Duddingstone-Loch.*	43	24	38
5. Von *Salisbury Craig* bei Edinburg.	56	24	38
6. Aus dem Flussbette der Leith.	55	16	37
7. Von den *Basaltsäulen* von Staffa.	68	14	35
B. Laven.			
1. Von *Catania.*	35	18	38
2. Von *Sta Venere* i Piedimonte.	32	18	36
3. Von *La Motta.*	36	18	36
4. Von *Island.*	35	15	43
5. Von *Torre del Greco.*	40	18	28
6. Vom *Vesuv.* 1785.	18	18	35

II.

NACHRICHT

von der Dr. Robert Kennedy's chemischer Analyse des Bimssteins, dreier Arten von Whinstone und zweier Laven.*)

Den 5ten Februar 1798 legte Dr. Kennedy der Edinburger Societät seine chemische Analyse des *Bimssteins* vor, die besonders dadurch merkwürdig ist, dass sich unter den Bestandtheilen Kali gefunden hatte. Der zerlegte Bimsstein war von der gewöhnlichen Art, mit fasrigem Gefüge und Seidenglanz. Bei einer Hitze von 60° Wedgwood hatte er sich in eine Art von Glasemail verwandelt, und unter einer Muffel schon bei 35 bis 40° Wedgwood so verändert, dass das fasrige Gefüge nicht mehr wahrzunehmen war. Die Bestandtheile waren *Kali*, Kieselerde, Thonerde, und etwas Eisen. Von Kalkerde und Bittererde enthielt er keine

*) Aus Nicholson's *Journal of natural philosophy*, Vol. 2, p. 289. Kennedy's umständlicher Bericht über seine Zerlegung der Whinstone und Laven steht in den *Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh*, Vol. 5, P. 1, No. 4, und in Nicholson's *Journal*, Vol. 4, pag. 407 und 438, gehört jedoch nicht hierher, sondern für ein chemisches Journal. *d. H.*

Spur. — Mehrere andere Bimssteine von der gewöhnlichen, in den Gewerben gebräuchlichen Art, wurden eben so schmelzbar befunden, und gaben dasselbe glasartige Email.

In Absicht der erdigen Bestandtheile und des Eisens stimmt diese Zerlegung sehr nahe mit der des Prof. Klaproth überein; *) nur fand Klaproth bei seiner Analyse kein Kali. Höchst wahrscheinlich enthielt aber doch auch sein Bimsstein irgend ein Salz, da er im Berliner Porzellänofen zum Flusse kam, in welchem sich gewiss keine Mischung aus Kieselerde, Thonerde und so wenig Eisen zum Schmelzen bringen läst. **) Die Hitze dieses Ofens steigt, nach Klaproth's Beiträgen, B. 2, S. 88, auf 136° Wedgwood.

Am 5ten August machte Dr. Kennedy der Societät bekannt, dass er in mehrern Arten von *schottischem Whinstone Natron* entdeckt habe. Dieses ist, wie sich aus seiner chemischen Analyse ergab,

*) Klaproth fand im gemeinen Bimssteine von Lipari 0,775 Theile Kieselerde, 0,175 Theile Thonerde und 0,0175 Theile Eisenkalk, nebst einer Spur von Braunsteinkalk. (Klaproth's *Beiträge zur chemischen Kenntniss der Mineralkörper*, B. 2, S. 65.) Nach Scherer's *allg. Journal der Chemie*, B. II, S. 696, soll der Kaligehalt des Bimssteins 0,05 bis 0,1 betragen. *d. H.*

**) Auch hatte Klaproth 0,0325 Theile Verlust. *d. H.*

aufs innigste mit den erdigen Bestandtheilen vereinigt, und läfst sich selbst durch die stärksten Säuren nur mit Schwierigkeit davon trennen.

Auch untersuchte Dr. Kennedy auf Verlangen Sir James Hall's eine *Lava vom Aetna* aus dem Lavastrome, der 1669 die Stadt *Catania* zum Theil zerstörte, und in welcher Hall, wegen ihrer grofsen Aehnlichkeit mit dem Basalt, sowohl äufserlich, als in manchem chemischen Verhalten, gleichfalls ein Alkali vermuthete. In der That fand sich in ihr Natron wie im Basalt, und so auch in einer zweiten Lava des Aetna. *)

*) Kennedy fand folgende Bestandtheile

in 100 Theilen	Kieselerde.	Thonerde.	Eisen-Oxyd.	Kalkerde.	Wäfsrige und flüchtige Theile.	Natron.	Salzfäure.	Summa.
Basalt aus den Basaltsäulen der Insel Staffa	48	16	16	9	5	4	1	99
Whinstone von Salisbury Cray bei Edinburg	46	19	17	8	4	3,5	1	98,5
Whinstone von Balton Hill bei Edinb.	50	18,5	16,75	3	5	4	1	98,25
Lava von Catania	51	19	14,5	9,5	—	4	1	99
Lava v. Sta. Venere	50,75	17,5	14,25	10	—	4	1	97,5

Die specif. Gewichte der zerlegten Steinarten wären der Folge nach: 2,872; 2,802; 2,663; 2,795; 2,823; und die Schmelzgrade, wie Hall sie angegeben hat.

„Es ist zu bedauern," bemerkt Rob. Jameson

Eins der feuerbeständigen Alkalien, das vegetabilische, war schon vorher als Bestandtheil in einer Steinart vom berühmten Klaproth entdeckt worden, dem wir so viele, mit der gröfsten Einsicht vollführte Zerlegungen mineralischer Körper verdanken.*) Dr. Kennedy's Untersuchungen zei-

in einem Briefe an den Hrn. Bergrath Scherer, in dessen *allgem. Journal der Chemie*, B. 4, S. 709, „dafs sich Kennedy solcher unbestimmter Benennungen, wie *Whinstone*, bedient, um Fossilien, die bereits durch Werner bestimmt sind, zu bezeichnen. Der Whinstone des Salisbury-Felsens ist eine Art von *Grünstein*, die aus Hornblende und dichtem Feldspath besteht, und daher keinesweges ein Gegenstand chemischer Analyse ist." (Warum nicht für den Zweck, zu dem Hall sie sich im vorigen Aufsatze wünschte?) „Es bleibt daher völlig unbestimmt, ob das Natron im Feldspathe oder in der Hornblende enthalten ist. Eben so ist der Whin von Balton-Hill ein Wackenporphyr, dem aufser Feldspath auch Grünerde beigemengt ist. Da alle diese Steinarten Salzsäure enthielten, und das Natron durch Kochen mit Schwefelsäure ausgeschieden wurde, so glaube ich, dafs das Natron sich in ihnen mit der Salzsäure vereinigt befindet. Aus diesen Untersuchungen ergiebt sich auch ein wichtiger Unterschied. Die Laven enthalten nämlich gar kein Wasser." *d. H.*

*) Nämlich ebenfalls in einer Steinart aus den vulkanischen Gegenden Italiens, im *Leucit*, von dessen Vorkommen und Ursprung Herr von Buch in den *Annal. d. Phys.*, VI, 53, handelt. Nach der

gen, daſs ebenfalls das zweite feuerbeſtändige Alkali, das mineraliſche, in Steinarten als Beſtandtheil vorkömmt. Um ſo weniger dürfen wir uns hinführo wundern, Natron auf Vulkanen und auf der Oberfläche von Laven zu finden.

Klaprothſchen Analyſe, (*Beiträge*, B. 2, S. 39 f.,) fand ſich

im Leucit	Kieſelerde	Thonerde	Kali	Summe	
vom Veſuv	0,537	0,246	0,213	0,996	Theile.
von Albano	0,54	0,23	0,22	0,99	
von Pompeji	0,545	0,235	0,195	0,975	

Späterhin entdeckten Klaproth und Vauquelin auch Kali im *Lepidolith*, welches darin, nach Vauquelin's Analyſe, 0,18 Theile beträgt. Ferner entdeckte Vauquelin Kali im grünen ſibiriſchen Feldſpath oder im ſogenannten *Amazonenſteine*, zu 0,16, und ſalzſaures Kali im mehlartigen *Chlorit* zu 0,02 Theilen; endlich, wenn ich nicht irre, Herr Aſſeſſor Roſe in Berlin, auch Kali im *rothen Feldſpath*. Schon früher erhielten Monnet und Bergmann aus dem *Alaunſteine* von Tolfa und Black aus dem *Kieſelſinter* des Geyſers *Kali*; ſo wie Dr. James Hutton *Natron* im *Zeolith*, und Kennedy ſelbſt *Kochſalz* im gewöhnlichen *thonigen Sandſteine* um Edinburg gefunden haben; und zwar iſt das Kochſalz im letztern in ſolcher Menge vorhanden, daſs es an der Luft daraus effloreſcirt. *d. H.*

III.

VERSUCHE UND BEMERKUNGEN
über
den Galvanismus der Voltaischen Batterie,

von

J. W. Ritter
in Jena.

In Briefen an den Herausgeber.

Erster Brief.

Jena den 14ten Febr. 1801.

Verhalten der Voltaischen Batterie zur einfachen galvanischen Kette. Vermuthlicher Galvanismus im Pflanzen- und im Thierreiche.

— Endlich, mein verehrter Freund, bin ich dazu gekommen, Ihnen einiges von meinen zeitherigen Versuchen mit dem verstärkten Galvanismus der Voltaischen Batterie, wie ich sie immer noch nennen will, und den Resultaten derselben mitzutheilen. Ich denke, Ihnen zu zeigen, dass ich das an Sie deshalb gethane Versprechen immer noch zu halten hoffe, ungeachtet zufälliger Weise mehreres davon bereits an andern Orten erschienen ist. Sie, der Sie wissen, wovon die Rede ist, werden übrigens am ersten bestimmen können, an wem es liegt, dass ich Sie bitten muss, auch hier nur Aphorismen zu suchen.

1. Die zu den zunächſt folgenden Verſuchen angewandten Batterien waren von verſchiedner Gröſse und Zuſammenſetzung. Im Anfange meiner Verſuche, (Mitte Septembers v. J.,) bis Anfang Decembers beſtanden ſie aus Zink, Silber und kochſalznaſſer Pappe von 60 bis zu 84 Lagen, nachher aber habe ich mich, wie Sie aus meinem letzten Briefe wiſſen, (S. 373,) ſtatt des Silbers faſt beſtändig des Kupfers bedient, und ſo auch mit der Flüſſigkeit der Pappe mannigfach abgewechſelt. Doch kömmt in allen folgenden Verſuchen, auſser wo ich der Ausnahme etwa ausdrücklich erwähne, keine Batterie vor, die aus mehr als 100 Lagen beſtanden hätte.

2. Es iſt eine eigne, ſehr weitläuftige Arbeit, alle die Umſtände nach Zahl, Maaſs und Gewicht feſtzuſetzen, die auf die Wirkſamkeit galvaniſcher Batterien Einfluſs haben können, und es wird lange währen, bis ſich hierüber etwas Genugthuendes wird aufzeigen laſſen. Gern übergehe ich daher, was ich in dieſer Hinſicht bisher etwa bemerkt habe, um nicht durch Unvollkommenheiten der Wirkung, die einſt das Ganze haben muſs, auf zu beleidigende Weiſe zu nahe zu treten. Nur *Einiges über das Wirkungsverhältniſs galvaniſcher Batterien zur einfachen Kette dieſes Namens im Allgemeinen.*

3. Die Kraft einer galvaniſchen Batterie iſt die mehrfache einer aus den gleichen Körpern und auf gleiche Weiſe zuſammengeſetzten einfachen galvaniſchen Kette, und bei ſorgfältiger und durchgängig gleichförmiger Conſtruction derſelben wird ſich über-

überhaupt *die mögliche absolute Kraft einer gegebenen galvanischen Batterie zu der einer aus den gleichen Gliedern u. s. w. componirten einfachen Kette allemahl verhalten, wie die Zahl der Lagen zu* 1. Es ist leicht, dies zu beweisen. Ich darf Sie hierzu nur an den Satz erinnern, den ich, schon vor 4 Jahren gefunden, und in meinem *Beweise dass ein beständiger Galvanismus den Lebensprozess im Thierreiche begleite,* (Weimar, 1798, 8,) S. 76, für gewöhnliche galvanische Ketten, in der mir damahls gebräuchlichen Nomenclatur des Galvanismus, so ausgedrückt habe: „Sich entgegengesetzte Bestimmungsgründe für Actionen von gleicher Grösse heben einander auf; wenn sie ungleich sind, hebt der schwächere von dem stärkern so viel auf, als er, der schwächere, beträgt; überhaupt aber gleicht die Grösse der wirklichen Thätigkeit einer galvanischen Kette der Differenz zwischen der Grössensumme der nach einer Richtung bestimmten Actionen, und der Grössensumme der nach der entgegengesetzten Richtung bestimmten, und ihre Richtung ist die der grössern von beiden Summen. Ist jene Differenz gleich Null, d. i., sind beide Summen sich gleich, so ist auch die Thätigkeit der Kette gleich Null. Ist jene grösser als Null, so drückt das Um-wie-viel die Grösse dieser Thätigkeit aus."

4. Nach diesem Gesetze, das für ganze Ketten wie für einzelne Theile derselben gilt, ist die Action daselbst gleichmässig in

(No. I.) und in (No. II.)

Frosch
Silber Silber
Zink Zink
Frosch
= o;

Frosch
Silber Silber
Zink Zink
Frosch Frosch
Silber Silber
Zink Zink
Frosch
= o

5. Bringt man aus der Kette No. I *eine* Verbindung *Zink* + *Silber* heraus, so entsteht:

Frosch
Silber Frosch = *Silber* Frosch *Zink* = 1;
Zink

Und aus der Kette No. II wird bei gleicher Behandlung:

Frosch
Silber Frosch
Zink
Frosch *Silber* = Frosch *Silber* Zink
Silber *Zink*
Zink
Frosch

Frosch
Silber Frosch
Zink *Silber*
Frosch = *Silber* *Zink* = 1
Silber *Zink*
Zink
Frosch

6. Für No. I war diese Reduction die grösste, deren sie fähig war; No. II aber kann noch eine erleiden, und durch nochmahlige Wegnahme von *Silber* und *Zink* auf derselben, (rechten,) Seite übergehen in:

Frosch
Silber *Zink*
Zink *Silber* = 2 (*Silber* Frosch *Zink*) = 2;
Frosch

welches ihr Letztes ist.

7. Es steht aber No. I zu No. II in Rücksicht der Energie ihrer Action im Zustande der Reduction der Kette auf die angegebene Weise, in dem Ver-

hältnisse von 1 : 2. In demselben Verhältnisse steht aber auch 2 : 4, 3 : 6, ... $x : 2x$. Wie oft sich also auch in einer gegebenen galvanischen Kette *Silber*, *Zink* und Frosch wiederhohlen mögen, sobald es nur auf beiden Seiten in gleicher Menge und so geschieht, dass jedem *Zink* + *Silber* + Frosch der einen Seite, ein ähnlich liegendes ihm entgegengesetztes *Zink* + *Silber* + Frosch der andern correspondirt, und ausser diesen Correspondenzen nichts anderes weiter in der Kette enthalten ist; wird jederzeit, wenn man die auf die eine Weise correspondirenden Verbindungen sämmtlich aus der Kette entfernt, und dadurch die eben so grosse Zahl der vorher durch jene aufgehobenen, (welche die Hälfte von den überhaupt in der Kette gewesenen Verbindungen ausmacht,) in Freiheit setzt, beim Schliessen der Kette eine Action begründet werden, die sich zu der, welche eine einzelne Verbindung von *Zink* + *Silber* + Frosch zur Kette giebt, verhält, wie die Anzahl der vorhandenen wirkenden Verbindungen zu 1.

8. Aber der Leiter der von Volta sogenannten zweiten Klasse, dessen Stellen hier Frösche vertraten, darf keineswegs eben thierischer Natur seyn; ich hatte die Unnöthigkeit der Gegenwart thierischer Theile zur Wirksamkeit einer galvanischen Kette längst erwiesen. (S. diese *Annalen*, B. 2, St. 1, S. 80 bis 84 u. f., und meine *Beiträge zur nähern Kenntniss des Galvanismus u. s. w.*, B. 1, St. 1 und 2, S. 111 — 284.) Er sey also *Wasser*.

Und damit gilt Alles, was ich im Vorigen von galvanischen Ketten der gewöhnlichen Composition ausmachte, auch vom Galvanismus, rein durch anorgische Körper begründet. Was sind aber alle mögliche Fälle

von Wasser *Silber* *Zink*	$\times (1 + x)$	anders als sogenannte *galvanische Batterien?*

Oder bestimmter für meinen Fall, für das Schema selbst aber, da der Leiter der zweiten Klasse eine Flüssigkeit, Feuchtigkeit . . . . seyn kann, welche es will, nichts abändernd: was sind

Kochsalzauflösung *Silber oder Kupfer* Zink	$\times 100$	anders als eben eine galvanische Batterie von der Art, wie ich mich ihrer

zu meinen Versuchen bediente?

9. So haben Sie die *Deduction der galvanischen Batterie für alle mögliche Grössen aus der blossen einfachen galvanischen Kette.* Sie sehen, wie leicht es gewesen wäre, längst auf sie zu kommen, und uns so schon jetzt im Besitze alles dessen zu sehen, was sie uns nun binnen mehrern Jahren erst entdecken lassen muss. Aber so geht es uns überall. Hinterher wissen wir immer genau, dass es so seyn *musste*, aber von wie Wenigem wissen wir, dass es so seyn *wird.* Nur selten öffnet uns die Natur auf Augenblicke die Augen, um es uns doch zu zeigen, was wir vermöchten, wenn wir es wagen wollten, sie länger offen zu halten. Denn wirklich dürfen wir nur *sehen*, um zu *finden*, und selbst dem *Suchen*

geht dieses *Sehen* überall voran; wie will man suchen, ohne zu wissen, was? —

10. Es ist noch nicht bekannt, auf welchem Wege Volta zu seiner Entdeckung gelangt sey. Aber unverzeihlich bleibt es mir immer, ihr so in der Nähe gewesen zu seyn, ohne je von dem, was ich täglich in Händen hatte, Anwendung zu machen. Ich habe sogar Actionen in componirten, mehrmahls Körper der zweiten Klasse zwischen festen oder Körpern der ersten Klässe enthaltenden Ketten, bei der Berechnung letzterer, wirklich addirt, wirklich subtrahirt, und doch habe ich nie absichtlich Zusammensetzungen von Actionen oder ihren Bestimmungsgründen vorgenommen, um damit im selbigen Verhältnisse grössere Wirkungen hervorzubringen. So finde ich z. B. in einem meiner Diarien unter den Fällen, die ich mir vor zwei Jahren schon für anzustellende Versuche aufgezeichnet hatte,

die Kette:		verrechnet zu
Wasser		(*Zink Magnesiumoxyd*-Action
Eisen	*Gold*	+ *Gold Kohle* Action)
Kupfer	*Kohle*	— (Eisen Kupfer Action
Wasser	Wasser	+ Zinn Silber Action)
Zinn	*Zinn*	= Zink Zinn Act. + Silber
Silber	*Magnesiumoxyd*	Magnesiumoxyd-Action
Wasser		+ Gold Kohle Act. — Eisen
		Kupferaction;

Berechnungen, in denen nicht allein bereits ein Anfang von galvanischer Batterie, (die addirten Actionen,) sondern selbst Fälle vorkommen, die zu

ihrer Analyse mehr Gewandtheit, als zur eigentlichen Ansicht und weitern Anwendung jenes nöthig ist, erfordern, und aus denen neben Anderm zugleich noch das folgt, dass alle und jede Verbindungen von festen Körpern, welche sie auch seyn mögen, sobald sie nur zu einander in demjenigen räumlichen Verhältnisse stehen, dass ich, nach meiner sonstigen Sprache des Galvanismus, sagen könnte, die Richtung aller dadurch begründeten Actionen sey überall dieselbe, in ihrer Composition eine Batterie bilden werden, deren Wirkung der Summe aller einzelnen zusammengenommen gleich kommt.

11. Es bedarf übrigens wohl keiner nähern Weisung, dass die Anwendung dieses Satzes bei der Construction galvanischer Batterien, die sehr gross werden sollen, und zu denen man eben nicht Zink und Silber, kurz, nicht immer eben dieselben Substanzen in hinlänglicher Anzahl haben kann, von Wichtigkeit werde, indem ihm zu Folge Fortsetzungen von:

Wasser (▽) *Silber Wismuth*, ▽ *Reissblei Zinn*, ▽ *Kohle Blei* etc.

oder

▽ *Zinn Zink*, ▽ *Reissblei Eisen*, ▽ *Magnesiumoxyd Kupfer* etc.

eben so gut galvanische Batterien von beträchtlicher Wirksamkeit geben, als homogene Wiederhohlungen von *Zink* und *Silber*, *Zink* und *Kupfer*, *Zinn* und *Silber*, *Zink* oder *Zinn* und *Gold* oder *Kohle* oder *Reissblei* oder *Magnesiumoxyd*; Verbindungen,

von denen die drei erstern bereits häufiger angewandt sind, die folgenden aber zum Theil zur Construction grösserer Batterien darum vorzüglich nützlich seyn könnten, weil sie theils unter die wirksamsten galvanischen Verbindungen, die wir überhaupt kennen, gehören, theils aber auch für den Ort und Augenblick oft mit weniger Schwierigkeiten in Menge herbeizuschaffen sind, als die erstern.

12. Die galvanische Batterie ist überall nur als das Mehrfache der einzelnen galvanischen Kette zu betrachten. Alles, was von der Batterie gilt, gilt auch, nur in demselben Verhältnisse, in welchem die einzelne Kette kleiner ist, als die Batterie, von der einzelnen Kette, und so Alles, was von letzterer gilt, wieder, nur im umgekehrten Verhältnisse, von der Batterie. Lassen Sie mich das noch weiter verfolgen. — Sie wissen, dass zur Hervorbringung galvanischer Wirkung in der einfachen Kette nicht eben gerade *zwei* feste Leiter des Galvanismus und *ein* flüssiger nöthig sind; es ist eben so gut nur *einer* der ersten mit zwei verschiednen der letztern Art dazu geschickt. Solche Fälle sind z. B.:

Kali- oder *Natron-* oder *Ammoniakauflösung*, *Zink* oder *Blei* oder *Zinn* u. s. w., und *Wasser*;

Schwefelkali- oder *Schwefelammoniak-Auflösung*, *Silber* oder *Gold* oder *Reissblei* oder *Magnesiumoxyd*, und *Wasser*;

Neutral- oder *Mittelsalz-Auflösungen*, z. B. *salzigsaure Natronauflösung*, *Zink* und *Wasser*;

salpetersaure Kaliauflösung, *Silber* und *Wasser*;

salzigsaure Barytauflösung, *Zinn* und *Wasser*;

Metallsalz - Auflösungen, z. B. *essigsaure Bleiauflösung*, *Blei* und *Wasser*;
schwefelsaure Eisenauflösung, *Eisen* und *Wasser*;
oder auch Substanzen, die aus dem Pflanzenreiche u. s. w. abstammen, wie concentrirte *Opiumauflösung* mit einem *Metalle*, oder ganz ohne dieses mit *Kohle*, *Reissblei* u. s. w., und *Wasser*.

Alles sind Verbindungen, die galvanische Ketten, und zwar mit einem Grade von Wirksamkeit geben, der oft dem nicht nachsteht, den man an Ketten gewohnt ist, die auf die gemeine Weise aus *zwei* selbst ziemlich verschiednen Metallen oder andern festen galvanischen Leitern und *einer* Flüssigkeit construirt sind. Mehrfach schicklich mit einander verbunden, werden also auch sie auf dieselbe Weise Batterien von grosser Wirksamkeit geben und geben können, wie es letztere thun. Von practischem Nutzen, z. B. um bei anzustellenden Versuchen die jetzt fast durchgängig übliche Zink-Silber-Batterie zu vertreten, werden sie nicht seyn: ihre Zusammensetzung ins Grosse würde zu umständlich ausfallen; als Erklärungsgrund aber so vieler zum Theil bereits bekannter, zum andern noch unbeachteter sogenannter *Verwandschafts-Anomalien* in der Chemie, ähnlicher Anomalien in der Physik, u. s. w., wird es indess immer höchst wichtig seyn, sich mit ihnen näher bekannt gemacht zu haben, wenn man, nachdem man weiss, welche mächtige chemische Paradoxien sich durch den Galvanismus, besonders den verstärkten, hervorbringen lassen, finden wird, dass jede dieser Anomalien, wenn nicht

etwa ein einziger schon vorhandener kettenähnlicher Conflict von heterogenen Substanzen alles bewirkt, zuletzt nichts anderes, als eine wirkliche, nur durch den Zufall oder die unbewufste Willkühr des Experimentators und oft aufs mannigfaltigste erzeugte, bald gröfsere, bald kleinere *galvanische Batterie* correspondirt, die von den gewöhnlichern höchstens durch ihre äufsere Form und die Kleinheit ihrer Sphäre, bei oft fast ins Unendliche gehender Zertheilung und Vertheilung der Glieder derselben abweicht.

13. Unter den kürzlich genannten Fällen galvanischer Kettenverbindungen kam unter andern eine vor, deren eines Glied vegetabilischer Natur war. So sind überhaupt *vegetabilische Substanzen*, sobald sie nur Leiter des Galvanismus sind, auch zu dessen Erzeugung geschickt oder mitgeschickt, je nachdem sie blofs Theile galvanischer, sonst zugleich noch aus Substanzen anderer Herkunft zusammengesetzter, Ketten ausmachen, oder auch unter der Bedingung der gehörigen Verschiedenheit von einander, sie ganz allein bilden. Der erste Fall kommt in einer Menge bisher angestellter Versuche bestätigt vor, und der zweite läfst, wenn man es auch bisher noch nicht direct gethan hat, doch sich mittelbar auf das evidenteste erweisen. Aller Galvanismus ist *Einer*, und so gleicht auch die durch vegetabilische Substanzen mit oder allein erzeugte Action ihrer Natur nach ganz der, die man in Ketten gewöhn-

licher Art oder auch in ganz aus anorgischer Materie componirten, antrifft. Auch die durch *Vegetabilien* gebildete galvanische Action muss also, jeder andern gleich, ebenfalls einer Addition zu Summen, deren Träger, Behälter . . . . . man *Batterien* nennt, fähig seyn. Was aber Galvanismus auf Veränderung und Umkehrung der Richtung und Wirkungsäusserung chemischer Kräfte vermag, ist bekannt. Wen mag es nun noch wundern, diese Veränderung, Umkehrung . . . . gerade da wirklich anzutreffen, wo sie, allen Gründen nach, so sehr hingehört, und wer mag ferner noch an ein dem Organismus ausschliesslich zugehöriges, zu dieser Umkehrung Gelegenheit gebendes eignes Princip denken wollen? Jede Pflanze ist, vom Galvanismus aus angesehen, nichts als ein Aggregat von unzähligen kleinen galvanischen Ketten zu Batterien, und dieser zu einer letzten *Batterie - Batterie*, und wie ich Volta's Batterie durch Gold (f. die Folge) Zink aus seinen Auflösungen fällen lasse, da sonst letzteres das erstere überall niederschlägt; so wird ja auch in Pflanzen, *B* aus *A* - Auflösung *A* niederschlagen, und das sich als Bestandtheil . . . . der Pflanze ansetzen . . . . können, was getrennt vom Ganzen, (ausser dieser Batterie,) überall das Gegentheil erleiden, d. i. von *A* niedergeschlagen *werden* würde, und der erste Prozess wird wirklich wieder in den letzten über- oder zurückgehen müssen, wenn diese Trennung wirklich erfolgt, und nichts anderes als dieser Uebergang wird es seyn, der bei organischen Producten

den Charakter dessen ausmacht, was man *Fäulnifs* nennt.

14. Aber wird es bei dem andern Theile organischer Körper, bei den *Animalien*, wohl anders seyn? Thierische Substanzen sind im Allgemeinen noch weit bessere Leiter des Galvanismus, als vegetabilische. Hier wird also auch der Galvanismus ein weit freieres Spiel haben, und alles, dessen er fähig ist, weit vollkommner erreichen können, als dort. Alles demnach, was vorhin von den Pflanzen galt, wird im nämlichen, nur grössern, Verhältnisse auch von den Thieren wahr seyn. Die Gleichheit der galvanischen Action in Ketten aus bloss thierischen Theilen mit der in Ketten, die aus thierischen und anorgischen Theilen gemischt sind, habe ich bereits in meiner ersten Schrift über Galvanismus, (*Beweis, dass ein beständiger Galvanismus den Lebensprozess im Thierreiche begleite*) dargethan, und an mehrern Orten der später erschienenen *Beiträge zur nähern Kenntniss des Galvanismus* bestätigt; für alle aber, die dessen ungeachtet noch an jener Identität, so wenig sie auch Ursache dazu haben können, zweifeln wollten, so viel es nur irgend dem Gegenstande nach möglich seyn mochte, aufs Viel- und Mannigfachste in einer eigen dazu bestimmten Abhandlung im 3ten St. des 1sten Bandes der genannten *Beiträge*, (welches nächstens mit dem 4ten zugleich wird ausgegeben werden,) vollends bis zur unumstösslichsten Gewissheit gebracht, und überdies noch den eben so strenge geführten Beweis ihrer Identität mit der in rein-

anorgischen Ketten, wie die sind, aus denen Volta's Batterie zusammengesetzt ist, hinzugefügt. Die rein durch Animalien bestimmte galvanische Action muss folglich durch Anhäufung ihrer Bestimmungsgründe eben so zu beträchtlichen Summen anwachsen können, wie die zum Theil oder rein durch Substanzen anorgischer Herkunft erzeugte, denn beide sind ja eine und dieselbe. Jedes *Thier* ist also eben so gut, wie jede Pflanze, ja aus dem oben angegebenen Grunde in noch weit vollkommnerm Grade, als diese, eine ganze *Batterie von galvanischen Batterien* der mannigfachsten Zusammensetzung, und wenn, was Wahrscheinlichkeit genug für sich hat, von Humboldt's, (s. dessen *Versuch über die gereizte Muskel- und Nervenfaser*, B. I, Posen und Berlin 1797, 8., S. 151,) für thierische, (oder überhaupt für organische,) Flüssigkeiten aufgestelltes Gesetz, „dass sie nämlich als um so wirksamere Leiter des Galvanismus erscheinen, je mehr sie belebt sind, d. h. je weniger ihre Elemente nach den von uns anerkannten Gesetzen der chemischen Affinität gemischt sind," nur der kleinere Theil eines grössern allgemeinen seyn sollte, „dass überhaupt die Leitungsfähigkeit gleichnamiger Theile von thierischen Körpern für Galvanismus um so grösser sey, je höher der Grad von Animalität dieses Körpers, die Stufe von Organisation, auf der er sich befindet, ist:" was ist dann natürlicher, als dass der *Mensch*, an der Spitze aller Organisation auf Erden, wie er von der Natur dahin gestellt ist, auch

an der Spitze aller möglichen Galvaneität steht, daſs er es iſt, in dem das Syſtem des Galvanismus, wie es in belebten Körpern ſich organiſiren kann, die gröſste Vollendung, Geſchloſſenheit, Continuität und Intenſität ſeiner innern Einheit erreicht, die ihm überhaupt im Organismus auf Erden irgend werden kann. Auch phyſikaliſch genommen iſt es alſo der *Menſch*, auf den Alles, was den Galvanismus, das Studium und die Erweiterung ſeiner Sphäre angeht, die nächſte Beziehung hat. Und ſo war es wohl natürlich, wenn ich in meinem nun ſeit 3½ Jahren gefundenen Beweiſe der Gegenwart des Galvanismus im Thierreiche, Alles, was ich damahls vom Galvanismus ſelbſt wuſste, zunächſt immer auf die phyſiſchen und pathologiſchen Erſcheinungen des *menſchlichen* Körpers anwandte; — und in der That, noch habe ich keinen Grund, das Mindeſte von den Erwartungen, die ich in jener Schrift, §. 25, S. 159 — 167, für die Geſundheits- und Krankheitslehre des Menſchen aufſtellte, zurückzunehmen, im Gegentheile könnte ich ſie mit ähnlichen und ſelbſt wichtigern auf die gerechteſte Weiſe vermehren; aber es wird der Sache ſelbſt nützlicher ſeyn, ſie vor der Hand noch zurückzuhalten. Vielleicht iſt die ſchöne Zeit nicht mehr ſo fern, daſs ſich die, welche es eigentlich angeht, noch einmahl näher und ernſtlicher für den Galvanismus und deſſen Studium intereſſiren werden, als es bisher geſchah. Dann wird ſie das Verſtändniſs und die Ueberzeugung der Gültigkeit jener, ſchüchtern genug nur als Vermu-

thung aufgestellten, Gewissheiten lebhaft genug überraschen, um sie nun auch für das Weitere auf eine würdige Art empfänglich zu machen. Möge diese Hoffnung nicht vergeblich seyn! O, sie wird es nicht, und der lebendige Glaube daran soll uns ferner, Muth genug gewähren, unsre fortgesetzten Bemühungen für Wahrheit und Recht nicht durch Kleinigkeiten beschränken zu lassen, die nur gleichsam dazu da zu seyn scheinen, dass sie uns prüfen, ob es mit unserm Thun auch wirklich so redlich gemeint sey, wie wir es uns so gern überreden mögen.

15. Lassen Sie uns wieder zum Gegenstande selbst zurückkehren, und verzeihen Sie, wenn, was zuerst nur eine beiläufige Anmerkung ausmachen sollte, mir unvermerkt fast zur Abhandlung selbst herangewachsen ist. Zu dem, was ich einmahl sagte, hätte eigentlich noch weit mehr gehört, als ich gesagt habe, und, da dieses Mehrere sich zu weit von den Grenzen dieses Briefs entfernt, um in demselben eine Stelle zu finden, auch das Wenigere lieber ganz wegbleiben sollen. Doch will ich es stehen lassen, überzeugt, durch dasselbe, seiner Unvollständigkeit ungeachtet, Betrachtungen eingeleitet zu haben, die, ausgeführt und angewandt, das, was ich für den Augenblick noch zusetzen könnte, weit hinter sich zurücklassen werden.

Zweiter Brief.

Wirkung des Galvanismus der Voltaischen Batterie auf menschliche Sinneswerkzeuge.

16. Was über Wirkung des Galvanismus auf menschliche Sinneswerkzeuge aus Versuchen mit den einfachen Ketten bisher bekannt war, finden Sie ziemlich vollständig in meinem *Beweise* u. s. w. 1798, §. 15 — 18, S. 78 — 104, und ich weiss nicht, dass seit der Zeit etwas von Merkwürdigkeit hinzugekommen wäre. Sie verbinden mich, wenn ich annehmen darf, dass Sie vor dem Lesen der folgenden Bemerkungen jene §§. von neuem durchlaufen haben.

17. Ich fange mit dem an, was ich, (wie 3 — 15 des Vorigen,) bereits im October v. J. für Sie niederschrieb, und den Monat vorher an Zink-Silberbatterien von 60 beobachtet hatte. *)

— „Die oberste *Zink*platte dieser Batterie war, um Drähte einhängen zu können, mit einem Haken *a*, und die untere *Silber*platte mit einem ähnlichen *b* versehen. Bei der Verbindung beider durch zwei recht nass gemachte *Finger* der beiden Hände gab diese Batterie Schläge, die bis über die Länge der beiden berührenden Finger hinaus, oft selbst bis an das Gelenk der Hände drangen. Verbanden sich mehrere mit

*) Nur der Anfang von dem, was hier im Texte mit kleiner Schrift folgt, findet sich schon in Voigt's *Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde*, B. 2, S. 361 — 365. d. H.

feuchten Fingern sich anfassende Personen zur Kette zwischen *a* und *b*, so empfanden sie alle den nämlichen Schlag, und in einer Stärke, die bei der Verbindung weniger Personen fast die nämliche war, bei mehrern aber im Verhältnisse ihrer Anzahl abnahm. Uebrigens scheint dieser Schlag weit eindringender und innerlicher zu seyn, als gewöhnliche electrische Schläge von gleicher Stärke. *)

18. Brachte ich statt des einen Fingers die *Zunge* mit dem einen der beiden Haken der Batterie in Verbindung, so fühlte man jedesmahl empfindliche mit den bekannten Arten von *Geschmack* begleitete Schläge, und zwar so, dass der in der Verbindung *Zink*, Zunge .... Finger, Silber mit starkem *sauren* Geschmacke begleitete, bei aller seiner Stärke viel milder und stumpfer war, als der stechende, schneidende oder gleichsam bohrende mit sogenannt *alkalischem* Geschmacke begleitete in *Silber*, Zunge .... Finger, Zink. Beide Empfindungen dauerten, wie zu erwarten war, das ganze Geschlossenseyn der Kette durch fort. Beim Eintritte beider zeigte sich ein starker, sich über das ganze Gesicht verbreitender *Lichtschein*, und bei genauer Aufmerksamkeit bemerkte man auch hier fortdauernde *entgegengesetzte Lichtzustände*, von denen der erstere bei Zink, Zunge etc. *positiv*, oder eine *Erhöhung*, der andere hingegen bei Silber, Zunge etc. *negativ*, oder eine *Verminderung* der im Auge vorher gegenwärtigen Lichtmasse

*) Wahrscheinlich war es das Nämliche, was Volta veranlasste, von diesen Schlage zu sagen, er gleiche dem einer schwach geladenen (electrischen) Batterie von sehr grosser Oberfläche. S. Nicholson's *Journ. of nat. phil.*, Vol. IV, Jul. 1800, p. 180; und *Annalen der Physik*, B. VI, S. 342. *R.*

masse war. Diese Lichterscheinung trat überhaupt bei jeder Verbindung irgend eines den Galvanismus leitenden innern oder äussern Theiles des Vorderkopfs, z. B. der innern Fläche der Backen, der Nase, der Nasenspitze, *) der spongiösen Substanz der Zähne, dem Gaumen u. s. w., ein, und war jederzeit mit einem mehr oder weniger empfindlichen Schläge, **) und fortdauernden Empfindungen, die verschieden waren nach der Verschiedenheit des Organs und dem Verhältnisse desselben zu der Batterie, begleitet.

19. Am stärksten aber hatte ich die erwähnten Erscheinungen, wenn ich das *Auge* selbst in die Verbindung brachte, und am vernehmlichsten, wenn ich sie gegen Abend im Halbdunkel anstellte. Ich brachte dazu einen durch Draht mit einer der Endplatten der Batterie verbundnen Metallknopf in das offne Auge, und einen feuchten Finger unmittelbar, oder die Zunge, ***) die Nase u. s. w., ebenfalls durch Draht, mit der

*) Fast in allen, vorzüglich aber in diesen beiden Fällen, war zugleich der ganze Mund wie mit einem *Dufte* erfüllt, dessen Geschmack fortdauernd während des Geschlossenseyns der Batterie, ebenfalls, je nachdem die Nase .... mit diesem oder jenem Ende der Batterie communicirte, sich bald mehr nach diesem, bald nach jenem, hinzog. Bei *Zink*, Nase .... zeichnete sich der sich über die ganze innere Mundfläche verbreitende *saure* Geschmack ganz vorzüglich aus. *R.*

**) Aeusserst empfindlich und bis zur Unausstehlichkeit widerlich wurden diese Schläge, wenn ich statt eines der genannten Theile einen feuchten oder noch besser zugleich hohlen *Zahn*, (oder mehrere,) mit dem, zuvor an jenem Theile gelegenen Drahte u. s. w., vorzüglich wenn dies der von dem *Silber*ende *b* der Batterie herkommende war, verband, und dann wie gewöhnlich die Kette schloss. *R.*

***) Die hierbei erfolgenden Schläge u. s. w. gehören mit

andern Endplatte in Berührung. In *Zink*, *Auge*...., *Silber* erschien dann bei der *Schliessung* der Kette neben einem ziemlich starken, plötzlich eintretenden, doch in dieser Verbindung nicht so heftig, wie in der andern, ausfallenden Schmerze im Auge, ein *ausserordentlich heller und lebhafter Blitz*, der aber doch nichts als der *Eintritt* des bereits erwähnten *erhöhten Lichtzustandes*, der hier nur besonders stark ausfällt, war, indess ein ähnlicher, seinem, mit der *Trennung* der Kette eintretenden, *Aufhören* entsprach. In *Silber*, *Auge*...., *Zink* war ebenfalls bei der *Schliessung* wie bei der *Trennung* der Kette heftiger Blitzschein vorhanden, nur dass hier beide Blitze dem *Ein-* und *Austritte* eines, nicht erhöhten, sondern *verminderten Lichtzustandes* des Auges entsprachen.

20. Auch habe ich bei dieser Gelegenheit eine Vermuthung bestätigt gefunden, die ich bereits vor 2½ Jahren gehabt, und seit der Zeit mehrern mitgetheilt hatte, *) die nämlich, dass ausser dem, was ich positive und negative Lichtzustände genannt habe, bei der Einwirkung des *Galvanismus* auf das *Auge* noch eine *Farbenerzeugung* in demselben vorgehe, deren Produkt verschieden sey nach der Verschiedenheit der Construction der Bedingungen, unter denen sie statt haben kann.

denen, die man bei der Verbindung von *Auge* oder *Zunge* und *Anus* oder *Urethra* durch die Batteriekette erhält, zu den stärksten, die überhaupt eine galvanische Batterie von gegebener Grösse unter übrigens gleichen Umständen geben kann, und besonders den letztern wird man nicht gern mehrmahls wiederhohlen. Vergleiche für einfache galvanische Ketten meinen *Beweis* u. s. w., §. 16, S. 85. *R.*

*) Vergl. Schelling's Aeusserung in seinem *ersten Entwurfe eines Systems der Naturphilosophie*. (Jena u. Leipzig 1799, 8.,) S. 184, 185. *R.*

ndem ich nämlich eines Abends bei Halbdunkel Versuche über die erzählten Lichterscheinungen im Auge anstellte, und zur Hervorbringung des positiven Zustandes eben den Knopf eines mit dem obern *Zink* (*a*) der Batterie in Berührung stehenden Drahtes ins Auge, und den nassen Finger der einen Hand mit dem untern Silber (*b*) der Batterie in der Stellung meines Körpers in Verbindung brachte, dass das genannte Auge gegen die vier ungefärbten Glassäulen des Apparats gerichtet war, erschienen sie mit dem Augenblicke der *Schliessung* sogleich in einem sehr deutlichen *bläulichen* Lichte, und behielten diese Farbe so lange, als die Kette geschlossen blieb; gleich nach dem Moment ihrer *Trennung* aber erschienen sie mit einer *röthlichen* Farbe, die nach und nach schwächer wurde, und endlich ganz wieder verschwand. Stand dasselbe Auge auf ähnliche Weise mit dem *Silber* (*b*), die Finger der Hand aber mit dem Zink (*a*), in Verbindung, so erschienen die Glasstäbe mit der *Schliessung* der Kette und während des Geschlossenseyns in *röthlichem*, vom Augenblicke der Trennung an aber in einem allmählig abnehmenden und zuletzt gänzlich verschwindenden *bläulichen* Lichte. Ich habe diese Versuche, die übrigens zu ihrer Anstellung, wenn sie gelingen sollen, einen nicht geringen Grad von Geübtheit des Auges wie des Beobachters *) erfordern, mehrmahls wiederhohlt, und jedesmahl die nämlichen Erfolge und aufs bestimmteste wieder erhalten.

21. In einfachen galvanischen Ketten kommt in Rücksicht des Grades und der Art des Vorgangs, dem in sie gebrachte Organe bei der Schliessung der Kette ausgesetzt sind, beträchtlich viel auf den Ort, wo die Kette

*) Herr Pfaff hat diese Versuche, seitdem sie bekannt geworden, vollkommen bestätigt gefunden. S. *Annalen*, B. VII, S. 253. *R.*

geſchloſſen wird, an. So auch bei dem Mehrfachen dieſer Ketten, der Batterie. Es war z. B. gar nicht einerlei, ob ich, wenn mein Körper Glied der Verbindung zwiſchen dem Zink- und dem Silberende der Batterie war, das Zink- oder das Silberende zuerſt mit demſelben in Verbindung ſetzte, und ſo das eine Mahl beim Silber-, das andere Mahl beim Zinkende derſelben ſchloſs. Wurde in Zink, Zunge .... Finger, Silber, mit den *erſten* beiden Gliedern geſchloſſen, ſo war außer dem gewohnten Geſchmacke auf der Zunge noch ein heftiger Schlag durch dieſelbe vorhanden, wie oben bereits erwähnt worden. Schloſs ich hingegen mit den beiden *letztern*, ſo blieb dieſer weg, und die Zunge hatte bloſs Geſchmack. In Zink, Auge ..... Finger, Silber, war im erſten Falle neben dem ſtarken Blitze, zugleich ein ſchmerzender Schlag bei der Schlieſsung vorhanden; im letztern hingegen fehlte dieſer faſt, und bloſs ein mäſsiger Blitz war vorhanden. Auch in Zink, Finger ..... Finger, Silber, war der Schlag im Zinkfinger im erſten Falle ſtärker, als im letztern, ſo wie überhaupt unter jeder Verbindung der Schlag für den Silberfinger allemahl ſtärker ausfiel, als für den Zinkfinger.

22. Die *Schlieſsung* der Kette iſt keinesweges der einzige Fall, in welchem galvaniſche Batterien *Schläge* geben; daſſelbe geſchieht *auch bei der Trennung*. Nur ſind dieſe letztern weit *ſchwächer*, als jene, ſo daſs ſie, wenn jene eben keine beträchtliche Gröſse haben, wohl ganz unmerklich bleiben können. Bei friſch conſtruirter Batterie, recht feuchten Händen und gehöriger Aufmerkſamkeit aber haben ſie mir nie gefehlt. Ganz der Analogie aus den einfachen galvaniſchen Erſcheinungen gemäſs iſt es, daſs dieſe Schläge allein oder am ſtärkſten auf der *Zinkſeite* der Batterie ſind, da bei den *Schlieſsungsſchlägen* gerade die auf der *Silberſeite* die

stärksten sind. Uebrigens hat auch auf diese Schläge der Ort, an dem die Trennung geschieht, einen eben so entschiedenen Einfluss, als es bei denen, von welchen bisher nur immer die Rede gewesen ist, der Fall war. In Zink, Auge . . . Finger, Silber, z. B., empfand das Auge keinen Schlag neben den bereits bekannten sich auf den Lichtzustand des Auges beziehenden Modificationen, wenn die Trennung mit Finger, Silber, wohl aber, wenn sie mit Zink, Auge, geschah, und dasselbe hatte unter ähnlichen Umständen auch bei der Zunge auf seine Art statt."

— Es ist über vier Monate her, dass ich vorstehende Versuche anstellte und niederschrieb. Ich habe sie seit der Zeit mit Batterien von verschiedner Stärke aufs mannigfaltigste wiederhohlt, und noch mancherlei bemerkt, was näherer Beachtung werth ist. Verzeihen Sie, wenn ich mich bei Erzählung desselben an keine andere Ordnung binde, als in der es mir einfällt.

23. Ein *allgemeines Resultat* aus allem, was ich zu und seit jener Zeit bis jetzt über Empfindungserzeugungen durch verstärkten Galvanismus wahrgenommen habe, ist es, dass, an welchem Organ und unter welchen Umständen auch der Versuch angestellt wird, die *Wirkungen*, welche die *Zinkseite* der Batterie in gleichnamigen sensibeln Organen bei der *Schliessung* der Kette hervorbringt, durchaus die *entgegengesetzten* sind von denen, die bei derselben Schliessung die *Kupfer*- oder *Silberseite* der Batterie hervorbringt; dass, was während der Schliessung der Kette auf beiden Seiten von Empfindung u. s. w. *fort-*

dauert, eben so *entgegengesetzt* ist; dass auch das, was bei *Trennung* der Kette in den in ihr gewesenen Organen vorgeht, auf der *Zinkseite* der Batterie das *Entgegengesetzte* von dem auf der *Kupfer*- oder *Silberseite* ist; dass, wo Zustände, die durch die Trennung der Kette in diesem oder jenem Organe veranlasst sind, nach der Trennung noch eine Zeit *fortdauern*, auch sie bis zum gänzlichen Verschwinden sich eben so *entgegengesetzt* bleiben; und endlich, dass, was auf der *Zinkseite* der Batterie bei der *Schliessung* eintritt und nach Umständen auch fortdauert, das *Entgegengesetzte* ist von dem, was auf *derselben* Seite bei der *Trennung* eintritt und fortdauert, und eben so das, was auf der *Kupfer*- oder *Silberseite* der Batterie bei der *Schliessung* eintritt und fortdauert, dem *entgegengesetzt* ist, was auf *derselben* Seite mit der *Trennung* der Kette eintritt und fortdauert. Ein *Gegensatz*, der durch *alle Sinne* auf das consequenteste durchgeht, und oft in Rücksichten wiederzufinden ist, unter denen man ihn nie vermuthet hätte.

24. Ich fange bei dem rohesten Phänomen, den sogenannten *Schlägen* an. Man mache an jeder Hand einen Finger an der Spitze feucht, und bringe den einen mit der *Silberseite*, (oder *Kupferseite*, dem Namen nach gleich viel,) den andern mit der *Zinkseite* einer mäſsig wirkenden Batterie in Verbindung. In beiden Fingern wird man Schläge fühlen, mit dem Unterschiede von scheinbarer Stärke, den ich oben, (22,) bereits angab. Aber bei genauerer

Aufmerkſamkeit wird man auſser dieſem quantitativen *Unterſchiede* auch noch einen *qualitativen* bemerken. Der *Finger* am *Zinkdrahte* der Batterie wird bei dem *Schlieſsungsſchlage* der Batterie gleichſam wie *eingeſchnürt*, wie umſponnen von auſsen her, oder als würde ihm ſeine vorige Hülle zu enge, und in dieſem Zuſtande bleibt er, ſo lange man die Kette geſchloſſen läſst. Es iſt faſt die Empfindung, die man in dieſem Finger haben würde, wenn er entzündet und davon geſchwollen wäre. Der *Finger* am *Silberdrahte* der Batterie hingegen wird bei demſelben *Schlieſsungsſchlage* vom Berührungspunkte aus gleichſam nach allen Richtungen in geraden Linien *ſchneidend durchdrungen*, und ſo durchdrungen erhalten; ein Gefühl, das Aehnlichkeit mit dem hat, welches man in dieſem Finger auf der negativen Seite einer mäſsig geladnen Leidener Flaſche beim Entladen derſelben mit den nämlichen beiden Fingern haben würde, und welches letztere ſich von jenem, zuletzt, nur dadurch unterſcheidet, daſs dieſes vorübergehend, jenes hingegen bleibend iſt. Eben ſo iſt im Grunde das Gefühl in dem Finger, der bei einer ſolchen Flaſche mit der poſitiven Belegung in Verbindung kömmt, nur das Vorübergehende von dem, was am Zinkdrahte der Batterie fortdauert. Groſse Aehnlichkeit hat die Empfindung des Schlages im Silberfinger bei dem Schlieſsen der Kette auch noch mit der bekannten unangenehmen, die oft bei zufälligem Stoſsen an den Ellbogen den ganzen Vorderarm ſchmerzlich durchdringt.

25. *Trennt* man die Kette des vorigen Versuchs, so hören, wenn die Stärke der Batterie oder die Empfindlichkeit des Beobachters es anders zu einer deutlichen Sprache kommen läſst, die Wirkungen, die mit der Schlieſsung der Kette und während derselben in beiden Fingern statt haben, nicht bloſs auf, sondern *wechseln* bestimmt mit andern, ihnen *entgegengesetzten*, d. i. es widerfährt jetzt genau dem *Zinkfinger* das, was vorhin dem *Silberfinger* widerfuhr, und so auch geschieht *diesem* jetzt, was vorhin *jenem* geschah. Um diese Gleichheit aufs höchste zu bringen, darf man nur, um das, was, 22 zu Folge, wenn Schlieſsung und Trennung beides mit demselben Finger geschähe, entstehen könnte, zu vermeiden, die Trennung, wenn man die Schlieſsung vorhin mit dem Zinkfinger vornahm, jetzt mit dem Silberfinger, oder wenn sie vorhin mit dem Silberfinger geschah, jetzt mit dem Zinkfinger vornehmen. Daſs aber von diesem Wechsel des Orts der Trennung, der reguläre Wechsel der Wirkung selbst nicht bestimmt werde, davon kann man sich leicht dadurch überzeugen, daſs dieselbe Gleichheit im Wechsel, die vorhin, als mit den Fingern geschlossen und getrennt wurde, statt hatte, im Grunde noch vollkommner, fortdauert, wenn man vermittelst Glas u. s. w. an jedem der vorhin berührenden Finger ein Stück Eisendraht .... anbringt, und mit den Enden dieser Drähte trennt und schlieſst. Hier fällt alles Beträchtlichere von Einfluſs des Orts der Schlieſsung und Trennung weg, und es bleibt nun

den Erfolg, von dem hier die Rede ist, so gut völlig gleichgültig, wo beide geschehen; — ein stand, der nicht bloss für diesen Fall, sondern jeden, wo sonst der Ort der Schliessung und ennung von Einfluss war, von Gültigkeit ist.

26. Auch in den Empfindungen, welche durch Schläge hervorgebracht werden, die *von der hliessung, als solcher*, wenn sie mit einem sensiln Organe vorgenommen wird, herrühren; auch diesen ist *Gegensatz*. Es ist hinlänglich, nur Eies Beispiels zu gedenken. Man *schliesse* eine Kete mit der Zunge, indem man sie, während die eine land mit dem Silberdrahte in Verbindung ist, an en *Zinkdraht* der Batterie bringt. Die Zunge bekommt hierbei, wie aus 22 bekannt ist, einen starken Schlag, ganz verschieden von denen, die contractile Organe, wie Finger u. s. w., erleiden, wo und wie auch die Schliessung geschehe. Es bleibt auf der *Zunge* ein schmerzlicher Eindruck zurück, als ob von dem Schlage, an dem Orte, wo er sie traf, gleichsam eine *Beule* auf ihr entstanden wäre. Hat man die Hand mit der Zinkseite der Batterie in Verbindung gebracht, und schliesst darauf mit der Zunge auf der *Silberseite* auf die erwähnte Weise, so bleibt nach dem weit unangenehmern und überhaupt ganz anders gearteten Schlage, den die Zunge bekommt, ganz die Empfindung zurück, als ob ein *Loch* in die Zunge geschlagen wäre. Dass nicht etwa von möglichen *Trennungsschlägen*, die, nach 23, die entgegengesetzten von denen bei der Schlie-

sung seyn würden, etwas von dem durch sie begründeten Eindrucke sich mit jenem erstern vermische, und so das Resultat zweideutig mache, verhindert man sehr leicht dadurch, dass man, im Falle die Schliessung mit Zink, Zunge .... geschah, die Trennung mit .... Finger, Silber vornimmt; und so umgekehrt nach dem Schliessen mit Silber, Zunge ...., mit .... Finger, Zink trennt. Wirklich erhält die Zunge, wenn mit ihr die *Trennung* geschieht, ebenfalls Schläge, nur dass sie schwächer, übrigens aber, bei gleich bleibender Seite, die *entgegengesetzten* von denen sind, die bei der Schliessung, dieser Seite zukommen. Man erhält diese Schläge mit ihren Eindrücken, ohne Vermischung mit jenen, auf dieselbe, nur umgekehrte Weise, wie man jene rein von diesen erhält.

27. Ein anderer *Gegensatz* als im Gefühle ist der von *Wärme* und *Kälte*. Es war schon bei der einfachen Kette nichts Neues, dass, wenn man *Zink* auf der Zunge und Silber am Zahnfleische u. s. w. mit einander in Berührung brachte, sich auf der *Zunge* ein sehr deutliches Gefühl von *Wärme*, bei *Silber* auf *derselben* aber von *Kälte*, entwickelte; ja, ich erinnere mich, bei hoher Erregbarkeit und Achtsamkeit sogar das Wärmegefühl bei *Zink*, *Zunge* ...., mit der *Trennung* der Kette recht deutlich in ein Gefühl von *Kälte*, so wie das Kältegefühl bei *Silber*, Zunge ...., bei der *Trennung* in ein Gefühl von *Wärme* übergehn bemerkt zu haben. Doch ist das Gelingen dieser Versuche an Bedingungen gebunden, die nicht

er zu erfüllen sind; bei der Anwendung ganzer
erien aber fallen diese Einschränkungen weg.
ın man hier die *Zunge* mit der *Zinkseite* der Batte-
n Verbindung setzt, und darauf mit irgend einem
ern, Theile des Körpers die Kette *schliesst*, wird
neben dem hier ohne Schlag von der Art, wie
in 26 gedachten, eintretenden, starken sauren
chmack, zugleich ganz bestimmt ein sich über
Zunge vom Berührungspunkte mit dem Zinke
verbreitendes, immer deutlicher werdendes
ühl von *Wärme* wahrnehmen, das so lange fort-
ert, als die Kette geschlossen bleibt, und bei der
nnung, besonders wenn die Schliessung vorher ei-
e Zeit gedauert hatte, noch vielleicht deutlicher
t leichter wahrnehmbar, in das entgegengesetzte
Kälte übergeht, wo es ist, als ob jemand gegen
se Stelle der Zunge kalt bliese. Ist die Zunge
t der *Silberseite* der Batterie in Berührung, so
t mit der *Schliessung* ein über dieselbe hinaus
haltendes Gefühl von *Kälte* ein, das mit der
ennung eben so deutlich in das entgegengesetzte
r kurze Zeit anhaltende der *Wärme* übergeht.
an darf den Versuch nur einige Mahl mit Auf-
erksamkeit anstellen, und es ist leicht, alles auf
e angegebene Weise wiederzufinden. Auch an
n *Fingern* kann man diese Empfindungen recht
stimmt haben, wenn sie recht feucht sind, und
an zur Berührung mit den beiden Drähten der
tterie, die nervenreichern Stellen derselben ganz
he an und unter den Nägeln anwendet. Bei der

Schliessung wird allemahl die *Zinkseite* die *warme*, und die *Silberseite* die *kalte*, bei der *Trennung* hingegen die *Silberseite* die *warme*, und die *Zinkseite* die *kalte* seyn. Ins Grosse gehend und durch den ganzen Arm kann man diese Empfindungen haben, wenn entweder diese Batterie selbst so stark wirkt, dass sie Schläge bis in die Schultern giebt, oder man ihr sonst durch künstliche Mittel, von denen in der Folge erst die Rede seyn kann, zu Hülfe kommt, und die Kette längere Zeit geschlossen bleibt, während dessen jene Gefühle an Wahrnehmbarkeit und Bestimmtheit zunehmen. *) In einem Versuche, wo ich über eine halbe Stunde in der Kette einer Batterie von solcher starken Wirksamkeit blieb, war es oft, als ob gegen den mit der Silber- (Kupfer-) seite der Batterie verbundenen Arm ein starker kalter Wind wehete, während der Zinkarm sich in voller Wärme befand.

28. Ich habe bereits in meinem *Beweise* u. s. w. §. 1[illegible], S. 9[illegible] u. f., einen Versuch beschrieben, der eine sehr merkwürdige Einwirkung des Galvanismus der einfachen Kette auf das Organ des Geruchs, die Nase, betrifft. Ich liess es damahls dahin gestellt seyn, ob diese dabei bloss als Organ des Gemeingefühls, oder wirklich zugleich als Geruchsorgan, afficirt werde. Versuche mit der Batterie haben mich neuerlich bewogen, wirklich für das

*) Vergl. in Hinsicht des Kältegefühls noch Herrn Pfaff in den Annalen, B. VII, S. [illegible]. R.

letztere zu entscheiden. Ich bringe dazu zwei an den Enden gehörig abgerundete starke Eisendrähte in die beiden Oeffnungen der Nase bis zu einer beträchtlichen Höhe hinauf, und verbinde darauf den einen mit dem Zink-, den andern mit dem Silberende der Batterie. Doch habe ich nie über 20 Lagen Zink und Kupfer hierzu verbinden können, da der Schlag bei der Schliesſung aufserordentlich heftig und beſchwerlich ausfällt. Auf der *Zinkſeite* beginnt ein ſehr heftiger *drückender* Schmerz, auf der *Silberſeite* hingegen ein aufs unausſtehlichſte ſtechender und ſchneidender, ganz analog allen Empfindungen dieſer Art, welches das dem Verſuche unterworfene Organ auch ſey. Zugleich aber entſteht in der Naſe ein heftiger *Drang zum Nieſen*, und zwar keinesweges eben auf beiden Seiten, ſondern ausdrücklich nur auf der *Silberſeite*, oder in der Naſenhöhle, die mit dem Silberdrahte der Batterie in Verbindung ſteht. Auf der *Zinkſeite* kann man eben ſo deutlich auſser dem das Gemeingefühl angehenden Schmerze .... eine Modification der Naſe als Organ des Geruchs wahrnehmen, dieſe aber iſt keinesweges ſo nieſenerregend wie jene, ſondern geht vielmehr auf das gerade *Gegentheil von jenem* aus. Man kann ſich davon überzeugen, wenn man den Verſuch ſo wiederhohlt, daſs nur die *eine* Naſenöffnung mit der Batterie in Verbindung ſteht, während die andere Berührung mit einer von beiden Händen z. B. geſchieht. Hat man hier mit der Naſe die *Silberſeite* der Batterie in Verbindung ge-

setzt, so entsteht während des Geschlossenbleibens jener, grosser *Drang zum Niesen*, und dieses würde wirklich erfolgen, hielte man mit dem Versuche auf diese Art noch länger an. Man bringe jetzt mit dem in der Nase befindlichen Drahte schnell die *Zinkseite* der Batterie in Verbindung, indem man mit der Hand . . . . die Silberseite berührt. Die Disposition der Nase zum Niesen wird allmählig aufgehoben, und so ganz wieder aus ihr entfernt, dass kein Gedanke daran mehr zurückbleibt, und doch *ist* während dessen die Nase der Einwirkung der Batterie so gut ausgesetzt, wie vorhin. — Es ist keinem Zweifel ausgesetzt, dass diese beiden sich entgegengesetzten Einflüsse des Galvanismus auf die Nase für diese als Geruchsorgan ganz dasselbe sind, was der alkalische und saure Geschmack für die Zunge ist. (Vergl. meinen *Beweis* u. s. w., §. 17, S. 98.) — Ich habe mich bemüht, Vergleichungen für jene beiden Empfindungen in der Nase festzusetzen, aber vor der Hand nur für die, welche von der *Silberseite* der Batterie aus bewirkt werden, einige Aehnlichkeit mit der ausfinden können, welche der Geruch des *Ammoniak* in der Nase erregt. — Uebrigens kann man das bekannte *Wechseln* beider Gefühle bei der *Trennung* auch in diesen Versuchen bei einiger Aufmerksamkeit deutlich genug bemerken, nur dass sie sich gewöhnlich wieder zu früh verwischen, um von bedeutenden Folgen zu seyn.

29. In Rücksicht des Einflusses des Galvanismus einfacher Ketten auf das *Organ des Gehörs*, als sol-

ches, hat bis dahin bloſs Fowler *) etwas von Bedeutung bemerkt. Ich ſelbſt empfand bei Schlieſsung einer Kette aus Zink und Reiſsblei, welche ich in die Gehörgänge gebracht hatte, (ſ. *Beweis* u. ſ. w., S. 99,) auſser dem, was Affection des überall verbreiteten Gemeingefühls war, bloſs einen mäſsigen Druck durch den Kopf. Bei der Batterie aber wird eine beträchtliche Wirkung auf das Ohr als ſolches ſehr leicht zu bemerken. Man weiſs, was Volta, (*Annalen*, B. VI, S. 345,) bereits beobachtete. Bei ſchicklicher Armirung beider Gehörgänge ging ihm ein Schlag durch den Kopf mit krachendem und brauſendem Geräuſche. Ich brachte den Kopf eines ſtarken Meſſingdrahtes in das eine *Ohr*, verband dieſen Draht mit der *Zinkſeite* der Batterie, und ſchloſs dann mit einem Finger auf der Silberſeite. In dieſem Augenblicke erhielt die Seite des Kopfs, deren Ohr armirt war, einen heftigen, ſehr empfindlichen Schlag, und ich vernahm zu gleicher Zeit einen ſehr hörbaren *Schall*, ganz dem gleich, den man bei jedem Schlingen zu bemerken pflegt, nur daſs er nach Verhältniſs bald ſchwächer, bald ſtärker iſt, als dieſer. Bei der Verbindung der *Silberſeite* der Batterie mit dieſem Ohre und Schlieſsung durch die Hand auf der Zinkſeite habe

*) S. *deſſen Exper. and obſerv. relative to the influence lately diſcovered by M.* Galvani, *London* 1794, und Monro's und Fowler's *Abhandl. über thieriſche Electricität, Leipzig* 1796, S. 115. R.

ich denselben *Schall*, nur unter übrigens gleichen Umständen, gewöhnlich beträchtlich stärker, als im vorigen Versuche empfunden. Auch ist die schmerzliche und fast peinliche Empfindung im Ohre hier eine ganz *andere* als vorhin, nur daſs es schwer ist, detaillirte Beschreibungen davon zu geben, weshalb ich jeden, der das Nähere wissen will, um die eigne Anstellung des Versuchs ersuchen würde, die überdies, die Genauigkeit abgerechnet, leicht genug ist. Bei Zink, Ohr .... ist es mehr, als ob sich etwas *auf* dieser Seite *vor* den Kopf legte; bei Silber, Ohr .... hingegen dringt es geradezu *hinein* in schneidenden, nach allen Richtungen gehenden Strahlen. Man merkt es recht deutlich, wie an dem Orte dieser Vorgänge und durch sie der Schall construirt wird. Während des Geschlossenseyns ist diese Seite des Kopfs wie eingenommen, doch in jedem Falle auf deutlich andere Art; und mit der *Trennung wechselt* das vorhandene schmerzliche Gefühl mit dem schwächern ihm entgegengesetzten. — In diesem wie in dem vorigen Versuche konnte ich Schläge von Batterien aus 100 Lagen Zink und Kupfer aushalten, aber bei weitem so weit war es mir nicht möglich, es zu bringen, wenn ich beide Gehörgänge gleichförmig armirte. Bei der Verbindung von 10, 15 bis 20 Plattenpaaren zur Kette hatte ich auf beiden Seiten des Kopfs starke mit *Schall* begleitete Schläge. Auch hier war der auf der Silberseite bei weitem der stärkste, aber jeder von ihnen so stark und stärker, als in den Versuchen, wo ich

nur

ur Ein Ohr in Ketten von 100 Plattenpaaren rachte. Nirgends tritt die *Verschiedenheit* der en Schall bestimmenden Modificationen im Kopfe o deutlich hervor, als hier. Bei der Verbindung on 40 Plattenpaaren zur Kette wurde ich durch en Schlag bei der Schliessung für die ersten Augenlicke so betäubt, dass ich nichts von Schall hörte, nd erst einige Zeit darauf fühlte ich ein ungemeies Eingenommenseyn des Kopfs von allen Seiten, as bei der Trennung der Kette, die ich wegen er fürchterlichen, in den Ohren, besonders auf er Silberseite, anhaltenden Schmerzen nicht lange erschieben konnte, wieder aufhörte, und dessen lötzlicher Abtritt mit einem ähnlichen kleinen ichalle verbunden war, wie in kleinern Ketten sein Eintritt. Merkwürdig wäre es, wenn diese Betäubung nichts wäre, als das Zusammenfliessen der beiden Modificationen, die, der klaren Bemerkung zu Folge, bei einer schwächern Batteriewirkung noch zu schwach sind, um einander zu erreichen, und ich so vielleicht darum keinen Schall vernommen hätte, weil die beiden Ursachen, die vorhin einzeln wirkten, sich jetzt aufhöben wie + und —. Doch können das erst fernere genaue Versuche bestätigen oder widerlegen. *) Noch bemerke ich,

*) Ganz unabhängig von allen übrigen schallerzeugenden Ursachen in diesen Versuchen ist das lärmende Brausen, das man gewöhnlich in dem Ohre, das mit der Silberseite der Batterie verbunden

dafs man in den ersten Versuchen dieses §. den Schall im Kopfe schon vernimmt, wenn auch der Draht gar nicht mit dem Innern des Gehörganges selbst in unmittelbarer Verbindung steht, sondern blofs mit dem Ohrläppchen verbunden ist, und gewifs geschieht es auch noch bei Verbindung mehrerer anderer Theile des Kopfs mit der Batterie. Was bei Armirung beider Ohrläppchen vorgeht, habe ich vergessen zu untersuchen, und eben im Augenblicke habe ich keine Batterie stehen. — Alle in diesem §. erzählten Versuche sind aufserdem noch mit starken Licht- und Geschmackserscheinungen begleitet, und das Nähere derselben entspricht dem, was man aus dem früher Erzählten bestimmen könnte, völlig. — Uebrigens habe ich Gründe, zu glauben, dafs öftere Schläge durch den Kopf, von der Art, wie sie bisher vorkamen, für den Experimentator selbst von einer sehr nachtheiligen Wirkung sind; wenigstens kann ich mich nicht entschliefsen, die zur nähern Bestimmung der vor Kurzem erwähnten vielleichtigen Aufhebung beider schallerzeugenden Modificationen im Kopfe nöthigen Versuche so bald anzustellen.

ist, hört. Der Draht in diesem Ohre erzeugt nämlich aus der Feuchtigkeit in dessen Gehörgange Wasserstoffgas, dessen Entbindung dieses Geräusch hervorbringt. Die Drähte auf der Zinkseite waren in allen Versuchen oxydirbarer Natur, daher oxydirten sie sich, und die Gaserzeugung und damit alles davon herrührende Geräusch, blieb weg. *R.*

30. Bereits in 20 war weitläuftig die Rede von dem, was der Galvanismus unsrer Batterie im Auge als *Lichtorgan* bewirke. Alles dort Angegebene hat die Folge nur immer mehr bestätigt. Die Farbenerscheinungen kann man bei starken Batterien nach und nach so weit treiben, dass gar nicht mehr von röth*lich* und bläu*lich* die Rede ist, sondern auf der einen Seite das tiefste sich ins Violett ziehende *Blau*, auf der andern das höchste ans Purpur gränzende *Roth* zum Vorscheine kommt. Diese Farben auf weisses Papier statt auf die Glasröhren des Apparats gesehen, tingiren gleichsam dasselbe und auf die nämliche Weise, wie sonst die Glasröhren. Läst man die blaue auf röthliches Papier fallen, so sieht man, wenn man gerade die rechte Röthe des Papiers getroffen hat, dieses weder blau noch roth, sondern fast ganz ohne Farben, und eben so farbenlos erscheint das Papier, das im rechten Grade bläulich ist, und auf das man die rothe fallen läst. Indess ist zum Gewahrwerden dieser Farben eben nicht durchaus ein Gegenstand, an dem sie deutlich würden, nothwendig. Man kann das Auge geradezu gegen die freie Luft wenden, und dennoch wird man beide Farben unter denselben Umständen und zu denselben Zeiten haben, unter und zu welchen man sie dort hatte. In jedem Falle bemerkt man hierbei, wie das Auge selbst der Mittelpunkt der Erscheinung ist. Das Blau- und Rotherscheinen der Gegenstände in allen diesen Versuchen scheint also fast auf dieselbe Art zu Stande zu kommen, wie

etwa irgend ein ungefärbter Körper so oder anders aussieht, nachdem man ihn durch ein so oder anders gefärbtes Glas .... ansieht, (vergl. Gentil in Gren's *Journal der Physik*, B. VI, S. 170); auch erscheint der Gegenstand um so gefärbter, je näher er dem Auge ist. Uebrigens werden alle diese und in 20 erzählten Phänomene um so intensiver, je grösser die Batterie, die man dazu anwendet, ist; indess finden sie sich auch bei recht kleinen noch deutlich genug ein, ja, wenn ich Zeit und Umstände gehörig abwarte, erhalte ich sie, nachdem ich durch die grössern Erscheinungen auf die kleinern aufmerksam gemacht bin, selbst bei einem einzigen Paar Zink und Silber, womit ich die Lichtversuche auf die längst bekannte Weise anstelle; nur ist freilich hier nach Verhältniss alles sehr schwach, und die bei ganzen Batterien nach der Trennung eintretenden, den während der Schliessung vorhandenen entgegengesetzten, Licht- und Farbenzustände, fallen, als schwächere überhaupt, hier gewöhnlich, aber doch wirklich in günstigen Augenblicken nicht immer, ganz weg.

31. Sie wissen aus den oben in 20 erzählten Versuchen, dass dem durch Galvanismus erzeugten *Blau* im Auge ein *erhöhter* Lichtzustand, eine Vermehrung der im Auge zu jeder Zeit und auch am dunkelsten Orte vorhandnen Lichtmasse, und eben so dem auf dieselbe Weise entstandenen *Roth* in ihm ein *verminderter* Lichtzustand, eine Verminderung eben gedachter im Auge beständig vorhandner Licht-

masse, correspondire. Dies musste mich aufmerksam darauf machen, ob letztere Zustände an Gegenständen, die während derselben betrachtet werden, keine andere Veränderung ausser den in 30 bereits erwähnten Phänomenen, kein Heller-, Dunkler-, Deutlicher- oder Minderdeutlichscheinen derselben hervorbrächten. Ich habe, weil es für eine künftige Theorie des Sehens von Wichtigkeit seyn mag, viel Mühe auf Bestimmungen dieser Art verwendet, und was ich hier mittheile, ist die geringe, aber sichere Frucht einer Menge Versuche, die mich manche Augenentzündung gekostet haben. — Ich fasse einen beliebigen, vom Halbdunkel des Abends nur schwach beleuchteten, mäsig fernen *Gegenstand* recht bestimmt in das Auge, das eben in den Versuch eingehen soll. Ich bringe den Knopf des *Zinkdrahts* der Batterie in dasselbe wie gewöhnlich, und schliesse, indem ich das Auge nicht von dem gewählten Gegenstande verwende, etwa mit einer der Hände, auf der Silberseite die Kette. Ich habe *erhöhten Lichtzustand* und *blaue* Farbe; mein Gegenstand scheint *umleuchteter*, heller, aber auf solche Art, dass er mit dem Moment der Schliessung der Kette gleichsam wie mit einem bläulichen Lichtschleier umhangen wird; seine Umrisse sind nicht mehr so scharf begränzt, wie vorher, und ungeachtet er dem Gesagten gemäss wirklich in ein helleres Licht gesetzt zu seyn scheint, ist dennoch alles an ihm merklich *undeutlicher* und *verwischter* geworden, als es vorher war. So bleibt alles die ganze Zeit durch, während die Kette

geschlossen ist. Ich *trenne* sie; der positive Lichtzustand geht über in den *negativen*, die blaue Farbe in die *rothe*; es ist, als würde eine Masse Licht um mein Auge herum und aus der Atmosphäre zwischen diesem und dem betrachteten Gegenstande weggenommen; es wird offenbar *finsterer*; aber merkwürdig: damit tritt auch der Gegenstand *deutlicher* hervor; der Lichtschleier, der ihn vorhin verhüllte, wird weggezogen; mit *schärfern Umrissen*, als selbst vor allem Versuche, steht er da; kurz: jetzt bei größserer Dunkelheit, wie's scheint, ist dennoch alles deutlicher an ihm. Ich stelle darauf den Versuch in umgekehrter Ordnung an. Alles zeigt sich wieder, nur natürlich gleichfalls in derselben *umgekehrten Ordnung*, so dass ich nicht nöthig habe, es weiter zu wiederhohlen. Die Gegenstände, mit denen ich diese Versuche ungezählte Mahl wieder von neuem angestellt habe, habe ich auf das mannigfaltigste gewechselt, aber nachdem ich mit dem Versuche einmahl ins Reine war, ist der Erfolg beständig derselbe gewesen. Der Schein von *stärkerer Beleuchtung* im *Plus*-, und von *schwächerer* im *Minus*falle, verleitete mich bei den ersten flüchtigern Versuchen dieser Art, wo ich um das Complicirte ihres Erfolgs noch nicht wusste, eine Zeit lang zu dem Irrthume, diese Erscheinungen selbst für Grade von Mehr- und Minderverdeutlichung des beobachteten Gegenstandes, die mit dem Scheine von Beleuchtung selbst im geraden Verhältnisse stünden, anzunehmen; die Schwierigkeit indess, mich ganz

rein zu finden, bewog mich bald zu weitern und
nauern Versuchen, mit deren Resultaten ich besser
frieden seyn durfte, und die einstimmig auf den
tz leiten: dass, je *mehr Licht* im Auge an sich schon
rhanden ist, desto *unfähiger*, je *weniger* hingegen,
sto *fähiger* werde es, äussere *Gegenstände*, und
utlich, *zu erkennen*.

32. Eine zweite Merkwürdigkeit, die sich mir
i diesen Versuchen zeigte, betrifft die *Verände-
ng in der Grösse*, in der man *Gegenstände* bei dem
ırch den Galvanismus der Batterie veränderten
ustand des Auges erblickt. Die genauere Beobach-
ıng der Glassäulen des Apparats während der Ver-
ıche leitete mich zuerst darauf. Bei jedem Ein-
itte des *erhöhten* und mit Erscheinung der blauen
arbe begleiteten Lichtzustandes im Auge, *zogen sich
ie Seiten* derselben bis in die Länge von $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$
oll merklich *ein*, so dass sie die ganze Schliessung
er Kette über, zwei *nach einwärts gebogene* schwach
ekrümmte Linien bildeten, die sich durch kleine
Vendungen des Auges dergestalt verschieben liessen,
lass bald die eine Seite der Glasstange völlig gerade,
ınd die doppelte Krümmung auf der andern, bald
lie andere gerade, und die erste die doppelt ge-
krümmte, bald beide, die eine nach aussen, und
die andere über das Doppelte nach innen, bald bei-
de wieder wie zu Anfang, gleich- oder ungleich-
förmig nach innen gekrümmt waren. Bei dem
Eintritte des *verminderten* mit rother Farbe beglei-
teten Lichtzustandes hingegen *schwollen beide Seiten*

der Glasstange in einer ähnlichen Länge, als in welcher sie vorhin einfielen, *auf*, so dass sie zwei *nach aussen gekrümmte* Linien bildeten, die ebenfalls durch diese oder jene Wendung des Auges die verschiedensten Stellungen gegen einander und den übrigen unverändert gebliebenen Theil der Glasröhre einnahmen. Sehr beträchtlich zwar sind die Grössen nicht, um welche die Seitenlinien der genannten Glasstange in einem Falle nach innen, im andern nach aussen gekrümmt werden, immer aber doch noch in einem solchen Grade, dass man sich, einmahl aufmerksam darauf gemacht, das Phänomen selbst sehr leicht in seiner ganzen Vollkommenheit wieder vergegenwärtigen kann. Man kann hernach eben so gut jeden andern Körper zum Versuche anwenden, ganze Umkreise wie einzelne Seitenflächen, und jederzeit wird sich das den Umständen angemessene Resultat sogleich einstellen.

33. So hätte ich also das Versprechen, das ich Ihnen oben in 23 gab, gehalten. *Durch alle Sinne hindurch* finden Sie *Gegensatz* in dem, was der Galvanismus auf sie als solche vermag, und dieser äussert sich bisweilen auf Weisen, wie vor dem wirklichen Versuche man's nicht vermuthet hätte. Das Ganze giebt ein schönes Resultat: es ist ein Agens vorhanden, für welches kein Theil organischer Körper verschlossen, das selbst für alle wieder offen ist. In ihm und durch dasselbe ist der grosse Zusammenhang des Organismus mit der äussern Welt möglich und wirklich, der beiden gegenseitig erst

Leben und Wahrheit verleiht; ja, diese sind selbst nur die Weise, auf die jener Zusammenhang zum eignen Ausdrucke kommt. Er und jene Action sind Eins, und Eins mit dem, wodurch nur überhaupt etwas zusammenhängen mag, das letzte gemeinschaftliche Band alles und jedes mit und zu einander Verbundenen. Aber jede Action als Wechselwirkung ist durch zwei Factoren begründet. Bei der organischer Körper, (oder des sie repräsentirenden Organs,) mit der Aussenwelt kann ersterer, (oder der innere Theil von ihm,) immer nur den einen von beiden bilden, und verschieden von dem, was ihm von aussen als anderer entgegensteht, wird auch der Ausgang für ihn, seine eigne Modification, eine andere als die des letztern, die entgegengesetzte seyn müssen von ihr. Und da in dem organischen Körper wie in seiner Aussenwelt in jedem für sich schon jenes Spiel zwiefacher Factoren und diese selbst statt haben, in beiden also an sich schon Ein und das Nämliche vorgeht; und nur, (freilich bloss in dieser Rücksicht,) zufällige Umtauschungen des einen Factors in diesem oder des andern in jenem mit dem andern aus jenem oder dem einen aus diesem, den Conflict construiren, der, neben so vielem andern, auch zu den in diesen Bogen abgehandelten Erscheinungen Anlass giebt, also für jedes Organ und dessen specifike Aeusserung der Fälle zwei möglich sind, in deren einem dies, im andern jenes Factoren-Verhältniss zu Stande kommt: was ist dann deutlicher, als, wie mit allen

diesen Verhältnissen auch in die Erscheinungen selbst, zu denen sie den Bestimmungsgrund abgeben, der Gegensatz kommt, den man wirklich darin wiederfindet. Was ich im Vorigen aufzeigen konnte, gehörig als Bruchstück zu einer durchgehenden Darstellung dieses Gegensatzes, war wenig genug; doch erste Linien können es immer seyn zu einer Zeichnung, die die fleissige Zukunft ihrer Vollendung näher zu bringen, nicht ermüden möge. Für das *Auge* als solches ist die Tafel der bis jetzt beobachteten, — zuletzt doch synonymen, — Correspondenzen in meinen Versuchen folgende:

Erster Fall: Zink der Batterie im Auge.

Schliessung: Eintritt des positiven Lichtzustandes — Blitz.

Geschlossenseyn: Beharrender positiver Lichtzustand.
Blaue Farbe.
Verkleinerung äusserer Gegenstände.
Minder deutliches Erkennen derselben.

Trennung: Austritt des positiven Lichtzustandes und Uebergang desselben in den negativen — Blitz.

Nach der Trennung: Beharrender negativer Lichtzustand.
Rothe Farbe.
Vergrösserung äusserer Gegenstände.
Deutlicheres Erkennen derselben.
Allmähliges Zurückkommen aller dieser Erscheinungen auf Null.

Zweiter Fall: Silber, (oder Kupfer,) der Batterie im Auge.

Schliessung: Eintritt des negativen Lichtzustandes — Blitz.

Geschlossenseyn: Beharrender negativer Lichtzustand.
Rothe Farbe.
Vergrösserung äusserer Gegenstände.
Deutlicheres Erkennen derselben.
Trennung: Austritt des negativen Lichtzustandes und Uebergang desselben in den positiven — Blitz.
Nach der Trennung: Beharrender positiver Lichtzustand.
Blaue Farbe.
Verkleinerung äusserer Gegenstände.
Minder deutliches Erkennen derselben.
Allmähliges Zurückkommen aller dieser Erscheinungen auf Null.
Beiden Fällen gemein: Absolute Subjectivität aller Erscheinungen. —

Aber sicher wird die Tafel für die übrigen Sinne einst nicht minder vollständig seyn, als diese; — denn es ist wahrscheinlich genug, dass die Zahl der Kategorien für jeden Sinn dieselbe sey, um eben so leicht die für das Auge angegebenen in die jedesmahlige Sprache des andern Sinnes zu übersetzen und — aufzusuchen. Und ist es am Ende wohl noch gar ausgemacht, ob die als Beispiel vom Auge aufgestellte Tafel wirklich schon die ganze Vollständigkeit erreicht habe, deren sie fähig seyn mag? — Wie viel ist noch zu thun! —

34. Bei Ihnen darf ich es wohl nicht entschuldigen, wenn ich im Verlaufe meiner Erzählung immer nur dessen gedacht habe, was das Organ unmittelbar als dieses oder jenes bestimmte anging, übrigens aber fast alles übergangen habe, was Nebenerschei-

nung war. So interessant auch alles in seiner Art ist, so weitläufig würde ich bei dessen Herzählung seyn müssen, da die genaue Charakteristik der einzelnen Erscheinungen oft ungemein umständlich ausfallen würde, und noch dazu bisweilen eine solche Menge Einzelnheiten mit einander vorkommen, dass, wer mehr zu wissen verlangt, als von andern bereits in dieser Hinsicht bemerkt ist und noch bemerkt werden wird, am besten thut, sich selbst der Versuche mit Geduld und Aufmerksamkeit zu unterziehen, und so nach Allem bestätigt zu finden, dass, was es auch sey das sich ihm darbiete, es doch überall denselben nämlichen Gegensatz behaupte, der aus und für alles Vorige so bekannt ist. Vorzüglich groß ist die Verwicklung in allen Versuchen, wo das ihnen ausgesetzte Organ einen Theil des Kopfs ausmacht, denn gemeiniglich klingen hier, dass ich so sage, die Saiten aller übrigen Sinne mit, und machen es so, besonders im Anfange, um so schwerer, einzelne Töne bestimmt und deutlich aus der Masse zu sondern und für die weitere Untersuchung festzuhalten. Was endlich zuletzt Versuche dieser Art auf eine eigne Weise kostbar macht, ist der nachtheilige Einfluss, den sie auf die *Gesundheit des Experimentators* haben können. Schon in 29 habe ich etwas davon erwähnt, und die Wichtigkeit, welche die nähere Notiz davon für künftige Experimentatoren über diesen Gegenstand haben muss, verbindet mich, sie nicht zu übergehen.

35. Es war in der letzten Hälfte des Januars, als ich mich besonders viel mit Versuchen über die Wirkung starker wie schwacher Batterien auf die verschiednen Sinne abgab. Augenentzündungen nach stärkern stundenlangen Lichtversuchen, geschwächte Empfindlichkeit der Zunge, Schnupfen nach öftern Versuchen in der Nase, Schwindel und Kopfweh nach starken Schlägen durch den Kopf, und das nach jedem etwas anhaltenden Experimentiren an diesem oder jenem der genannten Theile des Kopfs beinahe fast unausbleiblich erfolgende Zahnweh, war mir seit langer Zeit nichts Neues, und, die Augenentzündungen abgerechnet, gemeiniglich fast eben so schnell wieder vergangen, als entstanden. Ich hatte seither dergleichen Versuche nie zu anhaltend fortgesetzt, sondern häufig mit andern, fremde Dinge betreffenden abgewechselt. Daher mochte es kommen, dass jene Uebel in den Grenzen blieben, wo ich sie nicht achten zu dürfen glaubte. Eines Tages, (den 2ten Febr.,) hatte ich den ganzen Morgen unausgesetzt mit Versuchen über die in 28 bis 31, vorzüglich aber die in 29 erwähnten Gegenstände, und mit Batterien, so stark, als ich ihre Wirkung jedesmahl ertragen konnte, zugebracht, und beschloss sie darauf mit einem weitläufigern Versuche, der mich, was ich schon lange gewollt hatte, lehren sollte: welchen Einfluss eine längere Einwirkung geschlossner galvanischer Batterieketten, in denen sich mein Körper ganz als Glied befände, auf mich haben könnte. Ich setzte mich

dazu mit einer Zinkkupferbatterie von 100 Lagen, die überdies noch schon seit gestern errichtet war, also schon beträchtlich von ihrer anfänglichen Wirksamkeit verloren hatte, auf eine gute halbe Stunde in Verbindung. Beide Hände feuchtete ich stark und gleichförmig mit Salzwasser an, faſste in jede ein Stück Eisen von beträchtlicher Oberfläche, (eine Zange mit breiten Griffen,) und brachte sie durch diese mit den beiden Enden der Batterie in gehörige Verbindung. *) Der Schlag, den ich bei der Schlie-

*) Die *Verstärkung* der Wirkungsäuſserungen der Batterie, die auf *solche* Weise zu Stande kommt, und die eigentlich Volta, (s. Nicholson's *Journal*, Vol. IV, pag. 180, oder *Annalen*, B. VI, S. 342,) schon empfahl, ob mir gleich, wie andern mehr, diese Stelle gänzlich entgangen ist, bis ich späterhin, nachdem ich auf Anlaſs eines Ohngefährs die Sache selbst ganz für mich entdeckt hatte, jene Abhandlung von neuem durchlas, läſst sich ungemein weit treiben, und ist das im *Groſsen*, was bei den frühern galvanischen Versuchen die weit lebhaftern Contractionen contractiler Muskeln bei groſsen Berührungsflächen derselben .... mit den sie armirenden Metallen ...., als bei kleinern oder gar nur bei bloſsen Berührungspunkten, längst im *Kleinen* waren. Sie reducirt sich im Allgemeinen darauf, daſs dasselbe, was Volta (l. c. u. a. a. O., S. 344) in Hinsicht des Einflusses der Gröſse der Berührungsflächen zwischen trocknen Leitern und feuchten, und des Wegfallens dieses Einflusses bei Berührung fester mit festen, für die die Batterie selbst construirenden Kettenverbindungen angiebt,

fsung dieser Kette erhielt, und der auf der Kupferseite auffallend angreifender als auf der Zinkseite

auch für die letzte, mit der die Batterie geschlossen wird, gilt. Schon das blosse Berühren der beiden Enden der Batterie vermittelst schwacher Drähte, mit denen man die Finger .... verbunden hat, verstärkt, nach meiner und anderer Erfahrung, den Schlag, den man so zu erhalten hat, beträchtlich; aber so unbedingt ist das doch nicht, — denn wenn ich mit Hülfe irgend einer Vorrichtung die beiden Drähte mit meinen Händen so verbinde, dass nur eine ganz kleine Stelle des berührenden Fingers den Draht oder noch besser bloss die Spitze desselben und leise berührt, und ich darauf schliesse, so ist von fast gar keiner Verstärkung die Rede. Auch muss die Armirung des Fingers, der Hand, mit dem Drahte u. s. w. sich, wenn sie viel helfen soll, auf der Seite befinden, auf welcher man schliessen will, denn auf einer Seite der Batterie muss man ja doch die Hand mit derselben in Berührung bringen, ehe die andere schliesst, und sie ist also ohnehin immer schon bis zu einem gewissen Grade armirt. Doch hat die Verstärkung durch eine solche Armirung beider Hände ihre Grenzen. Das Maximum für einen gegebenen Fall ist erreicht, wenn die feuchte Oberfläche, in der der Finger, die Hand, mit dem Drahte, dem Metalle u. s. w. in Verbindung steht, auf der einen Seite von derselben Grösse ist, wie auf der andern. Ueberschuss der einen Berührungsfläche über die andere hilft nie etwas. Man setze die Berührungsfläche der einen Hand = 3, die der andern = 1; die Wirkung, die hierdurch auf jede Hand .... möglich wird,

war, erstreckte sich die Arme hindurch bis über die Schulter hinaus, und ich musste mich anstrengen,

verhält sich, der absoluten Grösse nach gerechnet, nie wie 3, auch nicht wie das Mittel aus 3 und 1, sondern durchaus nur wie 1 : 1; — und da dasselbe Wirkungsquantum in der ersten Hand = 3, sich in einen dreimahl grössern Raum vertheilt, als in der andern Hand = 1; so wird die Intensität desselben für jeden einzelnen Theil des Fingers = 3, dreimahl schwächer seyn, als in dem = 1. Durch solche Missverhältnisse kann man es sehr leicht dahin bringen, dass ein Schlag, der bei gleichen Berührungsflächen beide Hände ziemlich stark erschüttert, auf der Silber- oder Kupferseite der Batterie, wo er gewöhnlich weit stärker zu seyn pflegt, als auf der Zinkseite, durch starke Vergrösserung der Berührungsfläche auf dieser, der Silberseite, endlich für die hier befindliche Hand gänzlich verschwindet, indess der auf der Zinkseite die vorige Stärke behält, wieder aber mit der vorigen und mehrfachen Stärke zurückkehrt, wenn man, während die Berührungsfläche auf der Silberseite so gross bleibt, wie man sie eben gemacht hatte, die auf der Zinkseite in demselben Maasse vergrössert, wo ebenfalls endlich aller bemerkbare Schlag sich verliert, wenn man nun, wie vorhin dort, die Flächenvergrösserung so weit treibt, dass die Fläche selbst zu der auf der Silberseite in das nämliche Verhältniss kommt, in welchem einst früher diese zu ihr stand. — Ich kann diesen Gegenstand, der für die gesammte Wirkungssphäre des Galvanismus von einer nicht gemeinen Wichtigkeit ist, für

gen, um durch Ueberwältigung der bis zur äusserlichen Sichtbarkeit der Zuckungen mehrerer Armmuskeln gehenden, und die Arme beim Freilassen derselben auf dieselbe Weise, wie vom Ganzen abgetrennte contractile thierische Organe in den ältern galvanischen Versuchen, schleudernden Convulsionen derselben, der Batterie selbst keinen Schaden zukommen zu lassen. Kurz nach dem Eintritte in diese Kette empfand ich in dem mit der Kupferseite der Batterie in Verbindung stehenden Arme und dessen Hand häufig eine merkliche *Kälte*, als ob ein kalter Wind sie anwehete, obgleich etwas Wirkliches dergleichen wegen der Abwesenheit alles Luftzugs im Zimmer und der gewöhnlichen Bekleidung der Arme von der Hand an, nicht statt finden konnte. In der Hand und dem Arme der andern Seite erzeugte sich allmählig, doch nicht sobald so deutlich, gerade das Gegentheil von dem Vorigen, d. i., eine merkliche *Wärme*, begleitet von einem starken unangenehmen Jucken durch die ganze Hand. Auch

für jetzt nicht weiter verfolgen; nur in Rücksicht der *Schlag*verstärkung bemerke ich noch, dass sie, wenn man in jede der mit heissem Salzwasser durchnässten Hände eine gehörig aufgefeilte *Eisenkugel* von etwa 2 bis 3 Zoll Durchmesser recht fest fasst, und mit diesen Kugeln eine gut gebaute Zink Kupferbatterie von 100 schliesst, der Schlag, den man dabei erhält, immer von der Art ist, dass mancher anstehen wird, ihn sich zum zweiten Mahle geben zu lassen. *R.*

fand sich in dem Arme der *Kupfer*seite nach und nach eine deutliche Steifheit und *Abgang an Beweglichkeit*, und zuletzt merkliche Spannungen in der Gegend der Schulter ein, von welchem allem der Arm der *Zink*seite der Batterie so befreit blieb, dass ich vielmehr lieber eine *Vergrösserung seiner Beweglichkeit* angeben möchte, wäre man nicht berechtigt, in Bestimmungen dieser Art, wozu man sich Zustände seiner selbst von Stunden her dem Grade und der Art nach so genau bewusst seyn muss, *einiges* Misstrauen zu setzen. Beide Arme mit ihren Händen waren übrigens die ganze Zeit des Versuchs über in gleicher Lage u. s. w. gewesen. Ich verliess nach einer reichlichen Stunde die Batterie, ohne etwas weiteres, als das Erwähnte zu wissen. Aber keine Viertelstunde verging, als ich, ohne die geringste mir bewusste sonstige Veranlassung dazu, Schmerzen im Unterleibe und einige Zeit darauf wirkliche Diarrhöe bekam, die, (der Versuch geschah noch Vormittag,) den ganzen Nachmittag hindurch anhielt. Eine damit verbundene *allgemeine Mattigkeit und Schläfrigkeit* in allen Gliedern nöthigte mich, über Gewohnheit zeitig das Bett zu suchen, und es bis den andern Morgen spät zu hüten. *) Auch diesen folgenden Tag dauerte sie

*) Herr Hofr. **Voigt** hat ebenfalls, und das zu einer Zeit, da ich, ungeachtet ich mich weit häufiger in der Kette der Batterie befunden hatte als er, weder etwas Bedeutendes von schädlicher Einwirkung des Galvanismus auf mich gewahr wurde,

nebst einem widrigen Wüsteseyn im Kopfe, abgebrochenen Neckereien in den Zähnen, und einem seit dem vorigen Tage sich, sobald ich mich zurücklehnte oder niederlegte, einfindenden empfindlichen Reize im Halse fort. Ein sehr widriger Zustand allgemeiner Lästigkeit und Mattigkeit machte mich mehrere Tage zu ernstlichen Arbeiten ganz untauglich, und noch jetzt, fast 1½ Wochen darnach, macht mich jede sonst unbedeutende Anstrengung des Körpers wie des Geistes gleich so matt und leidend, dass ich mich habe entschliessen müssen, zu ernstlichen Gegenmitteln meine Zuflucht zu nehmen; nebenbei hat mir das alles einen solchen Widerwillen gegen alle Versuche mit der Batterie beigebracht, dass, so sehr sie mich auch vorher von allen Seiten anzogen, ich mich ordentlich angreifen muss, wenn ich mich ihrer von neuem anzunehmen habe, und selbst die leichte Arbeit, diese Blätter niederzuschreiben, mir Mühe macht. — Ich danke dem Zufalle, der diesen Versuch, zu dem ich anfangs eigentlich einen vollen halben Tag ausgesetzt hatte, und wozu der eben erzählte blos als Winke gebende Einleitung dienen sollte, noch früh genug endigte, damit ich ihn zu einer Zeit, da ich ihn und seine Folgen ganz

noch überhaupt etwas dergleichen so nahe glauben wollte, bereits auffallend nachtheilige Folgen für seine Gesundheit daraus verspürt. S. das Nähere darüber in dessen *Magazin für das Neueste aus der Naturkunde*, B. 2, St. 3, (1801,) S. 558 — 564.

R.

abwarten kann, mit der Genauigkeit und Rückſicht auf alles wiederhohlen könne, die allein es vollends auſser Zweifel ſetzen muſs, ob die erzählten Zufälle wirklich den Einfluſs der galvaniſchen Batterie zur einzigen oder doch hauptſächlichſten Urſache haben, oder nicht. Für jetzt glaube ich noch, daſs nach dem Längerbleiben in der Kette die häufigen Schläge durch den Kopf, die über Beſchreibung fatal werden können, das Meiſte zu jenen ſchlimmen Folgen, beſonders zu den anhaltendern von ihnen, und zu dieſen überhaupt vielleicht noch weit mehr, als jenes, beigetragen haben.

* * *

Ich beendige dieſe Erzählung meiner Verſuche über die Wirkungen des Galvanismus auf menſchliche Sinnesorgane mit der Ueberzeugung, daſs ihre Unvollſtändigkeit jedem der beſte Bewegungsgrund ſeyn wird, für ihre fernere Erweiterung die thätigſte Sorge zu tragen.

(Die Fortſetzung dieſer Briefe in den nächſten Stücken.)

IV.

VERSUCHE

mit sehr

verstärkter galvanischer Electricität;

beschrieben

von

Dr. BOURGUET,

Prof. d. Chemie b. Coll. Med. Chir. zu Berlin.

Berlin d. 3. März 1801.

Ich überschicke Ihnen hier die Beschreibung einer Reihe galvanischer Versuche, die in der Wohnung des Herrn Dr. Grappengiesser von einer Gesellschaft Wissbegieriger, zwischen dem 8ten und 21sten Februar dieses Jahres angestellt wurden. Die Gesellschaft bestand aus den Herren: Dr. Grappengiesser,
Major Hellvich } in Schwedischen Diensten, und
Obrist von Tawast } auf der Durchreise in Berlin,
Professor Erman und *mir*.

Ich brauche Ihnen nicht zu sagen, dass es bei Resultaten von Versuchen, die gemeinschaftlich angestellt werden, beinahe unmöglich wird, das *Suum cuique* genau zu beobachten, indem bald der eine die Idee zu einem Versuche liefert, bald der andere einen guten Rath giebt, ohne welchen das Resultat nicht aufgefunden worden wäre. Um indessen doch der distributiven Gerechtigkeit so viel Genüge zu leisten, als an mir liegt, muss ich bemerken, dass die Verstärkung des Funkens durch Goldblättchen, und das Laden der Kleistischen Flasche Herrn Major Hellvich eigenthümlich gehö-

ren, so wie Herr Prof. Erman das meiste Verdienst um die Lichtenbergischen Figuren hat.
Herr Doctor Grappengiesser hat den Galvanismus auf die Heilung mancherlei Krankheiten: der Taubheit, des angehenden schwarzen Staars, beschwerlichen Sprechens u. s. w., mit glücklichem Erfolge angewendet. Er behält sich vor, dem Publicum die Resultate seiner Bemühungen an einem andern Orte vorzulegen, wenn er noch mehr Erfahrungen gesammelt haben wird.

Es standen uns bei diesen Versuchen drei galvanische Säulen zu Gebote. Die *erste* war aus 100 ungeprägten doppelten Friedrichsd'orplatten, 100 Zinkplatten von gleicher Grösse und 100 dazu geschnittnen, mit Salzwasser getränkten Casimirscheiben errichtet. Die *zweite* enthielt 100 Platten von Medaillensilber, (Gehalt 15, 15,) in der Grösse eines doppelten Friedrichsd'or, und eben so viel gleich grosse Zinkplatten und mit Salzwasser getränkte Casimirscheiben. Die *dritte* endlich bestand aus 100 ungeprägten Medaillenplatten, (Gehalt 15, 15,) ungefähr in der Grösse eines preussischen Thalers, und aus der nöthigen Anzahl gleich grosser Zinkplatten und Tuchscheiben, die ebenfalls in Salzwasser getränkt waren.

Oft nahmen wir auch statt der ungeprägten Medaillenplatten gewöhnliche geprägte preussische Thaler, und die Wirkung war bemerkbar dieselbe. Die doppelten Friedrichsd'orplatten, so wie die grossen silbernen Medaillenplatten, hatten wir durch die Güte des Herrn General-Münzdirectors Genz und der

übrigen Officianten der Hauptmünze, zum Behufe unsrer Versuche geliehen erhalten; die kleinen Silberplatten, welche dem Herrn Doctor Grappengiefser gehören, waren in der Münze verfertigt worden.

Die Säulen wurden auf einem dicken hölzernen Brette zwischen drei Glasstangen errichtet. Unter der untersten Zinkplatte, (unsre Batterien fingen gewöhnlich von unten auf mit Zink an,) lag eine messingene Platte von der Gröfse der Silber- und Zinkplatten, die mit einer langgliedrigen Kette versehen war, wie Fig. 8, Taf. V, zeigt; eine ganz ähnliche Messingplatte wurde über die letzte Silber- oder Goldplatte der Säule gelegt, und eine hölzerne mit drei Löchern versehene und auf die drei Glasstäbe von oben nach unten verschiebbare Holzplatte, fest darauf gedrückt.

Bei einigen Versuchen brauchten wir die drei Voltaischen Säulen oder Batterien einzeln; bei andern wurden zwei oder auch wohl alle drei mit einander verbunden. Die Verbindung geschah dadurch, dafs man die Kette vom Silber- oder Goldende der einen Säule mit der vom Zinkende der andern Säule in Berührung brachte, und dann die freigebliebenen Ketten *A* und *B*, Fig. 9, Taf. V, zu den Versuchen brauchte.

Eine Säule aus Gold und Zink scheint übrigens bei gleicher Anzahl gleich grofser Platten weder stärker noch schwächer zu wirken, als eine andere aus Silber und Zink. Alle galvanische Säulen, die

wir bis jetzt noch errichtet haben, waren in ihren Wirkungen gleichsam eigensinnig; an einem Tage wirkten sie stärker als am andern, ja in einer Viertelstunde anders als in der andern. Manchmahl waren die Commotionen stark genug, und die Funken doch schwach, auch wohl zuweilen gar nicht bemerkbar.

Wenn eine Batterie bei Berührung ihrer Ketten mit nassen Händen keine Commotion geben *wollte*, so wurde diese oft dadurch hervorgebracht, dass man die Ketten schüttelte. Dies gründet sich vielleicht darauf, dass sich die einzelnen Glieder der Ketten bei einer bestimmten Lage derselben hier und da über die Schlagweite der Batterie von einander entfernen.

Jede einzelne Batterie gab bei ihrer stärksten Wirkung einzelnen Personen Schläge, die im Armgelenke, über demselben, und auch wohl in den Schultern gefühlt wurden. Wenn mehrere Personen, die sich mit nassen Händen berührten, den Entladungskreis ausmachten, so wurden die Commotionen nach der Anzahl der Menschen schwächer empfunden. Wenn ihrer 6 bis 10 den Kreis bildeten, so fühlte man nur noch ein Zingern in den Händen. Die drei mit einander verbundnen Batterien gaben einzelnen Personen Commotionen, die in der Brust und auch wohl zugleich im Unterleibe gefühlt wurden.

Verstärkung des galvanischen Funkens.

Ein mit einem Knopfe versehener Draht, der mit der Silberseite der Batterie durch eine Kette in Verbindung stand, wurde von unten in den Cylinder eines Bennetschen Electroscops, an dessen Spitze der Draht von der Zinkseite lag, gebracht, und den Goldblättchen genähert. Die Goldblättchen wurden wechselseitig vom Knopfe angezogen und abgestofsen. Nachdem dieses Schauspiel ein Weilchen gedauert hatte, ging mit einem Mahle ein knitternder, hell glänzender Funken zwischen dem Goldblättchen und dem Knopfe über. Als man den Versuch wiederhohlen wollte, zerrissen die Blättchen. Man bemühete sich, sie wiederherzustellen, aber ohne Erfolg, weil es an dem nöthigen Geräthe fehlte, um zwei schmale Goldblättchen zu schneiden ohne sie zu zerreissen. Man umgab nun die Kante, welche zur Aufnahme der beiden Blättchen bestimmt ist, mit einem unregelmäfsigen Büschel von Blattgold, woran sich viele Kanten befanden, setzte das Gehäuse des Electroscops wie vorher mit der Säule in Berührung, und näherte den Draht von der Silberseite dem Goldblattbüschel. Es entstanden noch weit lebhaftere Funken als zuvor. Das Goldblättchen schmolz bei jedem Funken an der Stelle aus, wo man demselben den Knopf näherte, und nachdem der Versuch eine Zeit lang fortgesetzt worden war, erschien der Knopf durch die Loupe theils mit unregelmäfsigen Goldflittern, theils mit geschmolzen gewesenen Goldkügelchen bedeckt, zum Theil

war er auch dauerhaft vergoldet; nichts liefs aber eine vorgegangene Oxydation des Goldes vermuthen.

Dieser Versuch gelang eben so gut, wenn man den Draht von der Silberseite mit der Spitze des Electroscops in Berührung brachte, und den Draht von der Zinkseite dem Goldbüschel näherte.

Es wurde jede Kette, so wohl die von der Zinkseite als auch die von der Silberseite, mit einem isolirten Director versehen; die Enden beider Directoren wurden mit einem Goldblattbüschel beklebt; man hielt sie nun isolirt, und näherte sie einander in freier Luft. Auch hier gingen grofse lebhaft glänzende, stark knitternde Funken über, und das Gold schmolz wie zuvor. — Derselbe Erfolg fand statt, wenn nur der eine Director mit einem Goldblattbüschel versehen war.

Dieser Versuch gelang mit jeder einzelnen Batterie recht gut.

Entzündungen durch den galvanischen Funken.

Es wurde ein Goldblatt auf eine Glasplatte gelegt, so dafs es nicht glatt anlag, sondern nur locker auflag und viele Runzeln bildete, und mit Hülfe eines Leinwandbeutelchens leicht mit *Schwefelblumen* bepudert. Als man nun den einen von beiden obigen Directoren auf das bepuderte Goldblatt legte, und dasselbe mit dem zweiten Director, der mit einem Goldbüschel versehen worden war, berührte, entstand ein lebhafter Funken, und der Schwefel entzündete sich. Diese Entzündung er-

folgt jedoch nicht allemahl beim ersten Funken. Man muss sich daher durch ein anfängliches Misslingen nicht abschrecken lassen. Wir haben solche wenigstens 12mahl veranstaltet; sie gelang mit jeder einzelnen Batterie.

Es wurden einige Tropfen *Schwefelnaphtha* in einen silbernen Theelöffel gegossen, der auf einem isolirenden Gestelle stand, und dessen Stiel mit der einen Seite der Batterie in Verbindung war. Mit einem isolirten Director, der von der andern Seite der Batterie kam, leitete man nun Funken auf die Naphtha. Sie schlugen lebhaft durch, und es entstand ein schwarzer Fleck an der Stelle des Löffels, in welche die Funken einschlugen; es erfolgte aber keine Entzündung, das Ende des Directors mochte mit Goldblatt versehen seyn oder nicht. Der schwarze Fleck war vermuthlich ein *carbure de cuivre*, welches sich aus Kohlenstoff der Naphtha, und Kupfer aus dem Probesilber gebildet hatte.

Ein Goldblatt, welches auf einer Glasplatte eben so lag, wie bei der Entzündung des Schwefels, wurde mit *Naphtha* benetzt, und noch ein sehr kleiner mit Naphtha getränkter Baumwollflocken darüber gelegt. Als man einen Funken wie bei der Entzündung des Schwefels darauf schlagen liess, gerieth die Naphtha in Brand.

Etwa zehn Gran fein zerriebenen *Schiesspulvers* wurden auf ein Papier gelegt. Als man nun mit beiden isolirten Directoren, deren Enden man mit

Goldblätt versehen hatte, im Pulver etwas umherwühlte, so dass sich etwas anhing, und sie alsdann in der Pulvermasse selbst einander näherte, entstand eine Entzündung des Pulvers. Man kann auch gekörntes Pulver entzünden, wenn sich nur in der Nähe des Goldblattes der Directoren etwas Mehlpulver befindet. — Ob uns gleich eine solche Entzündung des Pulvers 3mahl hinter einander gelang, so scheint sie doch etwas schwieriger zu seyn, als das Anbrennen des Schwefels.

Knallgold konnten wir durch den galvanischen Funken auf keine Weise unmittelbar entzünden. Als wir solches auf das mit Schwefel bepuderte Goldblättchen legten, detonirte es freilich, nachdem sich der Schwefel entzündet hatte; allein daran hatte der galvanische Funken eigentlich keinen Antheil mehr.

Eine Glasröhre, 3 Linien weit und 3 Zoll lang, wurde an einem Ende mit einem Korkstöpsel verschlossen, durch welchen ein Messingdraht ging, der mit dem einen fein zugespitzten Ende etwa 1½ Zoll in die Röhre hineinragte. Das andere mit einer Oese versehene Ende ragte aus der Röhre heraus. Man verschmolz den Stöpsel mit Siegellack, füllte die Röhre im Wasserapparate mit einem Gemenge aus 2 Theilen Wasserstoffgas und einem Theile Sauerstoffgas, verschloss sie mit dem Finger unter Wasser, hob sie heraus, verschloss die Mündung schnell mit einem Korkstöpsel, durch welchen ein zugespitzter

Draht gesteckt war, dessen Spitze man mit etwas Goldblatt versehen hatte, trocknete die Röhre äusserlich ab, brachte den einen Draht durch eine Kette mit dem obern, und den andern mit dem untern Ende der Batterie in Berührung, fasste das Rohr mit der einen, und den nicht eingekitteten Stöpsel mit der andern Hand, und bewegte den Stöpsel etwas, so dass die innern Drähte einander gerade gegen über und nahe genug kamen. Der Funken schlug nun über, das *Gas entzündete sich*, und der nicht eingekittete Stöpsel wurde herausgeworfen.

Dieser Versuch gelang 3mahl hinter einander.

Die *Entzündung der Naphtha*, des *Schiesspulvers* und des *Knallgas* haben wir nur mit den 3 verbundenen Batterieen veranstaltet; mit jeder einzelnen haben wir den Versuch nicht wiederhohlt.

Laden einer Kleistischen Flasche durch die galvanische Electricität.

Die äussere Belegung einer kleinen Kleistischen Flasche, (von etwa 1 Quadratzoll Belegung,) wurde mit der Silberseite, und ihr Knopf mit der Zinkseite der Säule in Berührung gebracht, und eine Zeit lang in Berührung gelassen. Die Flasche lud sich. Ihre innere Belegung zeigte durch Nicholson's condensirendes Electrometer + *E*, ihre äussere Belegung — *E*. *)

*) Schon Cruickshank lud auf diese Art eine Verstärkungsflasche durch eine galvanische Batterie,

Wenn man die innere Belegung mit der Silberseite und die äuſsere mit der Zinkseite in Berührung brachte, so zeigte die innere — *E* und die äuſsere + *E*.

Dieselben Versuche wurden mit einer etwas gröſsern Flasche von etwa 3 Q. Zoll Belegung wiederhohlt, und mit demselben Erfolge. Als wir diese mit einem goldenen Entlader entluden, zeigte sich zwischen dem Knopfe der Flasche und dem Entlader ein deutlicher Funken. Dieser Funken war auch sichtbar, als wir sie in die hohle Hand faſsten und mit dem naſſen Zeigefinger entluden. Bei einer ähnlichen Entladung mit trocknem Finger konnten wir keinen Funken wahrnehmen.

Durch diesen glücklichen Erfolg aufgemuntert, machten wir nun Versuche mit einer Flasche von mehr als 1 Quadratfuſse, (schreibe: einem Quadratfuſse,) Belegung. Auch diese lud sich zu unserm Erstaunen, und wirkte weit stärker auf das condensirende Electrometer als die kleinen Fläschen. Die Divergenz der Holunderkügelchen war so stark, daſs solche an der innern Fläche des Glasgehäuses kleben blieben.

Auch diese groſse Flasche entlud sich mit einem sichtbaren Funken. Eine Commotion konnten wir bei der Entladung nicht bemerken. Wir faſs-

(*Annalen*, VII, 195,) und was mir dabei noch zweifelhaft schien, (*Annalen*, VII, 169,) wird durch diese Versuche gehoben. *d. H.*

ten die Flasche mit beiden Händen bei ihrer äussern Belegung, und berührten ihren Knopf mit der Zunge, hatten aber auf derselben nicht die geringste Empfindung.

Um eine Flasche durch die Voltaische Säule zu laden, ist es nicht durchaus nothwendig, dass beide Belegungen der Flasche mit dem Drahte der Säule in Berührung gebracht werden. Wir luden auch eine Flasche, indem wir sie bei ihrer äussern Belegung mit der Hand hielten und ihren Knopf mit dem einen Drahte der Säule in Berührung brachten, während der andere Draht entweder in einem Gefässe mit Wasser hing, oder von einem Menschen berührt wurde.

Diese Versuche mit den Flaschen sind unzählige Mahl wiederhohlt worden, unter so mancherlei Umständen, mit so vieler Abwechselung und Vorsicht, dass durchaus keine Täuschung möglich war. Die beiden erst erwähnten kleinen Flaschen wurden sehr oft mit einer einfachen so gut wie mit der dreifachen Batterie geladen.

Lichtenbergische Figuren durch die galvanische Electricität.

Um diese Figuren hervorzubringen, bedienten wir uns zweier Condensatoren. Der *erste* besteht aus zwei Metallplatten von 9 Zoll Durchmesser, zwischen welche man eine doppelte Taffentscheibe legt. Die untere Platte steht unisolirt auf dem Tische, die andere kann mit Hülfe eines gläsernen

Griffs isolirt abgehoben werden. Der *zweite* Condensator hat dieselbe Einrichtung, nur sind die Platten weit kleiner, etwas über $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, und die obere isolirt abzuhebende Platte ist mit einem kleinen Nadelknopfe versehen.

Der Draht vom Zink der Säule wurde mit der untern unisolirten Platte des grossen Condensators in Berührung gelegt, und nun die obere Platte mehrmahls, etwa sechsmahl hinter einander, mit dem Drahte vom Silber berührt, darauf isolirt abgehoben, und mit ihr die obere Platte des kleinen Condensators berührt. Hier entstand ein kleiner knitternder Funken. Nunmehr wurde die obere Platte des kleinen Condensators isolirt abgehoben, und ein Electrophor mit dem Nadelknopfe an drei verschiednen Stellen berührt. Als man den Electrophor mit Bärlappsaamen bepuderte, zeigten sich an den berührten Stellen sehr deutliche negative Lichtenbergische Figuren.

Wenn man den Versuch dahin abänderte, dass man den Draht vom Silber der Säule mit der untern Platte des grossen Condensators in Berührung legte, die obere Platte desselben mehrmahls mit dem Drahte von der Zinkseite berührte, alles Uebrige aber wie zuvor veranstaltete: so fanden sich an den berührten Stellen des Electrophors sehr deutliche positive Lichtenbergische Figuren.

Wir fürchteten anfangs, ein noch so dünner Electrophor möchte eine für diese Versuche zu dicke Harzplatte haben, und bedienten uns daher

an-

ınfangs metallner Platten, die ganz dünn über der ˌichtflamme mit Siegellack überzogen waren. Diese eisteten auch sehr gute Dienste; allein nachher zeige es sich, dass der Electrophor eines electrischen 'euerzeugs eben so brauchbar ist.

Uebrigens wurden diese Lichtenbergischen Figuen so oft hervorgebracht, und auf Entfernung alles lessen, was einen Irrthum veranlassen konnte, so iel Sorgfalt verwendet, dass hier unmöglich eine Täuschung statt gefunden haben kann.

V.

VERSUCHE

mit dem Electrometer,

von

VASSALLI. *)

— — An einem sehr empfindlichen Blattgold-Electrometer war $\frac{1}{650}$ Gran Siegellack, welches *mit* einem goldenen Messer abgeschabt worden, hinlänglich, eine Divergenz hervorzubringen; hingegen mit einem eisernen wurde $\frac{1}{152}$ Gran erfordert. Mit einem sardinischen 24 Livresstücke bedurfte man $\frac{1}{48}$, mit einem spanischen 69 Livrersstücke $\frac{1}{48} + \frac{1}{96}$ G., mit einem portugiesischen nur $\frac{1}{92}$ Gran. Er vermuthete, die Schärfe des Körpers könne Einfluss haben, und dies veranlasste folgende Versuche, wobei wiederum *Siegellack* der geschabte Körper war:

Scharfer schabender Körper.	Electricität des Abgeschabten.
Gold	+ E
Silber	— E
Kupfer	— E
Messing	— E
Eisen	— E

*) Aus den *Mémoires de l'Acad. de Turin*, Vol. V, A. 1790 — 91, p. 57 — 92; ausgezogen von L. A. von Arnim.

Gerundeter schabender Körper.	Electricität des Abgeschabten.
Gold	+ E
Silber	+ E
Kupfer	+ E
Messing	+ E
Eisen	+ E

Nicht blofs die Gestalt des schabenden Körpers, auch die *Haltung* hat Einflufs. Hält man die Stange Siegellack vertikal, und schabt, indem der Rücken eines scharfen silbernen Messers nach oben gekehrt ist, nach unten, so wird die Electricität der abgeschabten Stücke immer *negativ* seyn; hingegen wenn der Rücken nach unten gekehrt ist, *positiv*. Eine entgegengesetzte Veränderung zeigen *Zucker* und *Chocolade*. Vielleicht lassen sich diese letztern Verschiedenheiten daraus erklären, dafs in dem letztern Falle die abgerissenen Stücke gegen das Messer springen und dessen Electricität annehmen. *)

Auch die Electricität des schabenden sowohl, wie des geschabten Körpers, wollte Vassalli kennen lernen. Zu dem Ende wählte er folgende Versuche:

Schabender Körper.	Geschabter Körper	Electricität des Eisens	Electricität des Körpers	Electricität des Abgeschabten
Isolirtes scharfes Eisen	Siegellack	+	+	—
	Schwefel	+	+	—
	Chocolade	+	+	—
	Wachslicht	—	—	+
Isolirtes rundes Eisen.	Siegellack	—	—	+
	Chocolade	—	—	+

*) Auch die Verschiedenheit der durch scharfe und stumpfe Körper abgeschabten Stücke wird sich daraus erklären. *A.*

Die Electricität verſchiedner Pulver unterſuchte er, indem er ſie aus einem durchlöcherten meſſingenen Gefäſse auf das Electrometer ſtäubte.

Sowohl bei dieſem, wie bei dem Gebrauche eines gläſernen Siebes, erhielt er gleiche Electricität.

Zinkkalk Eiſenkalk Wismuthkalk Schwarzer Eiſenkalk Zinnkalk Talkerde Turpeth Algarothpulver Arſenikſaures Kali	— E ſtark
Epſomer Talkerde Schwefelſaures Kali Arſenik Schwefelſaures Natron	+ E ſtark

Alle Metalle + E
Kieſelerde ſchwach — E
Thonerde ſtärker — E
Kieſelerde noch mehr — E
Schwererde am ſtärkſten — E

Er verſpart zur künftigen Unterſuchung, das Verhältniſs der *electriſchen* zur *lichtbrechenden* Kraft der Körper zu beſtimmen, und auszumachen, ob eine electriſche Verſchiedenheit zwiſchen venöſem und arteriellem Blute, und zwiſchen der Electricität des Bluts eines Kranken und Geſunden ſey, und ob und welche Electricität beim Keimen, bei Oxydationen und Reductionen entſtehe.

VI.

Auszüge aus Briefen an den Herausgeber.

1. Von Herrn Prof. und Ober - Medic. - Rath Hermbstädt.

Berlin den 20sten Febr. 1801.

— — Ueber Volta's *Säule* werden hier sehr viele Versuche angestellt, die schon manche wichtige Resultate dargeboten haben. Die ersten machte Herr Dr. Bremer; Prof. Erman, Simon, und insbesondere Dr. Grappengiefser, setzten sie fort und erweiterten sie. Dr. Grappengiefser, mein würdiger Freund und ehemaliger Schüler, hat jetzt eine Batterie von 600 Platten; durch dieses galvanische Magazin zieht er heftige Funken, welche Erschütterungen geben, und Schwefel, Naphtha, ja sogar Pulver anzünden.*) Meine anderweitigen vielen Arbeiten haben mir es jetzt noch nicht erlaubt, die Versuche darüber auszuführen, welche ich mir vorgesetzt habe. Der Apparat dazu ist eben fertig. Ich werde die Sache aus einem neuen Gesichtspunkte betrachten, und es wird mir weniger um die Erzeugung starker Funken und Erschütterungen zu thun seyn, als um die anderweitigen Phänomene, welche den Erfolg begleiten. Ich werde

*) Vergl. Herrn Prof. Bourguet's Beschreibung dieser Versuche im Auffatze IV dieses Stücks. d. H.

die Zeiten, in welchen die Wasserzerlegung erfolgt, und das Volumen des sich bildenden Gas messen und vergleichen; durch sehr sensible Thermometer zu erfahren suchen, ob, und wie viel, Wärme dabei in Freiheit gesetzt wird, und überhaupt bemühet seyn, den zureichenden Grund jener Erscheinungen näher auszumitteln. Noch bin ich fest überzeugt, dass alles auf Electricität hinausläuft, und dass die dabei statt findenden Erscheinungen der Wasserzerlegung denen sehr analog sind, welche Trooſtwyk und Deiman, (Rozier's *observations sur la physique*, Tom. XXXV, p. 369, und in meiner physik.-chemischen Bibliothek, B. 3, S. 200 etc.,) schon im Jahre 1789 bemerkt haben. Ich werde daher auch versuchen, was gewöhnliche Electricität bewirkt. Fielen die Resultate meiner Versuche meinen Erwartungen nicht entsprechend aus, so würden sie uns wenigstens eine Wahrheit kennen lernen, die dem Physiker doch auch viel werth seyn muss.

Was die in B. VI Ihrer *physik. Annalen*, S. 462 etc., aufgestellten, meinen *Attractionsversuchen* entgegengesetzten Bemerkungen betrifft, so muss ich dem Herrn Recensenten meiner Beobachtungen in den Wirzburgischen gelehrten Anzeigen vom Mai 1800, S. 354, und den Bemerkungen des Herrn von Arnim, (*Annalen der Physik*, a. a. O., S. 465,) Folgendes entgegenstellen. Wenn die scharfsinnigen Bemerkungen meines Recensenten gegründet wären, so würde sich zwar sehr wohl die Anziehung des

Queckſilbers zur Glasplatte daraus erklären laſſen, ob ich gleich doch immer nicht recht einſehe, wie der Oxydationsprozeſs des Queckſilbers hier ſo ſchnell hätte vorgehen können, daſs ein wirkliches Vacuum in der Luftmaſſe dadurch veranlaſst, und die äuſsere Luft zum ſenkrechten Drucke gezwungen werden konnte. Keinesweges würde ſich aber daraus erklären laſſen, wie die Anziehung der Glastafel zu *Waſſer* bewirkt werde: und doch habe ich bei der Fortſetzung einiger meiner Verſuche mit meinen Ihnen bekannten äuſserſt ſenſibeln Wagen entdeckt, daſs auch *Waſſer* und *Weingeiſt* die Glasplatte zum Sinken nöthigen.

Was aber die Bemerkung des Herrn von Arnim über dieſen Gegenſtand betrifft, ſo erlaube ich mir, dieſem braven Phyſiker entgegen zu ſetzen, daſs die Anziehung auch zwiſchen Meſſing und Queckſilber erfolgt, wo alſo keine Electricität erregt werden konnte. Ich werde indeſſen, ſo bald mir es nur immer möglich iſt, meine Verſuche fortſetzen, und die frühern wiederhohlen, und dann werde ich auf alle übrige Umſtände dabei genau Rückſicht nehmen, ſie auch im luftleeren Raume wiederhohlen, und die Erfolge genau beobachten.*)

Trügen mich einige vorläufige Beobachtungen nicht, ſo ziehen ſich mehrere homogene und heterogene Materien in gewiſſen Entfernungen an. Um

*) Man vergl. weiter unten Prof. Anſchel's Brief.
d. H.

dieses genauer zu erforschen, lasse ich mir jetzt geschliffene Glasplatten von verschiedenen Durchmessern verfertigen, deren Flächen ich mit den zu untersuchenden Materien bestreichen, und dann ihre Anziehung mittelst empfindlicher Wagen untersuchen werde. Auch habe ich einen einfachen Maasstab ausgedacht, wodurch ich in den Stand gesetzt seyn werde, die Distanzen, in welchen die Anziehung erfolgt, genau zu bestimmen. Vielleicht geniesse ich das Vergnügen, bei Ihrer nächsten Anwesenheit in Berlin einige dieser Versuche mit Ihnen gemeinschaftlich zu unternehmen.

Ich benutze diese Gelegenheit, Ihnen hier noch eine Bemerkung mitzutheilen, die mir zur Aufklärung unsrer Kenntnisse in der *Meteorologie* sehr wichtig zu seyn scheint. Schon vor zwei Jahren wollte ich versuchen, *was die Electricität auf die Ausdünstung des Wassers wirke.* Zu dem Behufe füllte ich eine 8″ lange, und 2‴ weite, oben verschlossene, unten aber offene, und heberförmig umgebogene Barometerröhre, zum Theil mit atmosphärischer Luft, zum Theil mit destillirtem Wasser, das durch Auskochen von aller etwa cohärirenden Luft befreiet war. Die Röhre stand mit ihrem untern Theile in einem Glase mit Wasser, und durch ihre Oeffnung war ein locker schliessender Korkstöpsel gesteckt, der an einem ¼ Linie starken, nach Gestalt der Röhre gebognen Messingdrahte sass, welcher durch die Wassersäule in der Röhre hindurch ging, und dessen äusseres Ende in die darüber ste-

hende Luftsäule hineinreichte. Ich brachte den ganzen Apparat in ein Zimmer, dessen Temperatur 32° Fahr. war. Nach 15 Minuten mass ich die Höhe der Luftsäule; sie betrug 5″ 2‴. Ich brachte hierauf den Apparat in mein Studirzimmer in die Nähe des Ofens, und heizte so stark, dass das Wasser in dem Glase, worin der Apparat gesperrt war, an einem hineingetauchten Thermometer 100° Fahr. zeigte. In dieser Temperatur, wobei das Thermometer abwechselnd um einige Grade stieg und fiel, wurde der Apparat 4 Stunden lang erhalten. Die Luftsäule über dem Wasser hatte sich während dieser Zeit um 15,5‴ verlängert. Ich brachte nun den ganzen Apparat wieder in die Temperatur des Gefrierpunktes; die Luftsäule verkürzte sich wieder bis zu ihrer vorigen Länge, und der innere Raum der Röhre wurde mit Wasserdunst belegt. Unstreitig war also die verlängerte Luftsäule nicht bloss der Ausdehnung zuzuschreiben, welche die in der Glasröhre befindliche Luft durch die erhöhete Temperatur erlitten hatte, sondern ihre Verlängerung war auch einem Theile *Wasserdunst* zuzuschreiben, der hier gebildet, und mit der Luft in Adhäsion getreten war. *) Dass aber beim natürlichen

*) Nach den trefflichen Versuchen des Herrn Prof. Schmidt in Giessen, dehnt sich bei einer Temperaturerhöhung von 0 bis 30° R., (100° F.,) wohl getrocknete atmosphärische Luft, um 0,134, und die allerfeuchteste Luft, in der das Hygrometer auf 100° steht, um 0,186 Theile ihres Volumens aus,

Gefrierpunkte die Luftsäule wieder zu ihrer vorigen Länge herabkam, scheint zu beweisen, daſs der Wasserdampf im Dunstkreise nur so lange existiren kann, als die zu seiner Bildung nothwendige Temperatur vorhanden ist, und solcher sich niederschlagen muſs, wenn diese vermindert wird. Hiernach wäre eine *Auflösung* der Feuchtigkeit in der Luft nicht unmöglich, und was man als hygroskopische Feuchtigkeit im Dunstkreise wahrnimmt, wäre bloſs als ein der Luft mechanisch adhärirender Wasserdampf anzusehen; wäre er wirklich aufgelöst, so könnte er nicht mehr auf das Hygroskop wirken, oder nur durch chemische Verwandtschaft; welches die Vorstellung des Herrn Zylius von dieser Sache vollkommen bestätigt.

Nachdem dieser Versuch beendigt war, brachte ich den Apparat unverändert wieder in das geheizte Zimmer, erhob die Temperatur wieder auf den vorigen Punkt, und erhielt sie dabei. Zugleich brachte ich aber nun den aus dem offnen oder doch nur locker verstopften Ende der Röhre herausragenden Draht, mittelst einer Kette, mit dem Conductor der Electrisirmaschine in Verbindung, und

(Gren's *Neues Journal der Physik*, B. 4, S. 336 und 353,) würde sich also eine 5″2‴ lange Säule völlig trockener Luft bei jener Erwärmung nur um 8,4‴, und eine im höchsten Grade feuchte um 11,5‴ verlängert haben. Bei einer Verlängerung von 15,5‴ hatte sich die Luftsäule um 0,25 Theile ausgedehnt. *d. H.*

liefs 4 Stunden lang + *E* in das in der Röhre befindliche Waſſer ſtrömen, wobei, um ſolche wieder abzuleiten, der gläſerne Behälter fürs Ganze auch von aufsen feucht gemacht wurde. Während des Zuſtrömens der Electricität verlängerte ſich die Luftſäule in der Röhre merklich, und nach vier Stunden betrug ihre Verlängerung 2″ 3‴. *) Jetzt wurde der Apparat wieder dem Gefrierpunkte ausgeſetzt, und die Luftſäule verkürzte ſich bis auf 17‴, ſo daſs die ganze Länge der Säule nun 6″ 7‴ betrug. So ſtand die Säule 24 Stunden, ohne ſich zu verlängern oder zu verkürzen; welches letztere auch dann nicht erfolgte, wenn der Draht mit der Hand berührt wurde.

Dieſes ſcheint daher zu beweiſen, daſs ein Theil Waſſer permanent elaſtiſch geworden war. Da ſolches aber durch bloſse Wärme nicht erfolgte, ſo muſs die Electricität mitgewirkt haben. Was daher Herr de Lüc *fluide deférent* nennt, ſcheint nichts anderes als *Electricität* zu ſeyn. Aber immer bleibt es merkwürdig, daraus zu erkennen, daſs die Electricität in gewiſſer Hinſicht ein *Medium appropians* abgiebt, um den Wärmeſtoff mit dem Waſſer zu miſchen, und dem dadurch bewirkten Dampfe eine permanente Elaſticität zu ertheilen, die von der Störung der Temperatur nicht verändert, nicht zerlegt wird.

*) Einſchlieſslich der Verlängerung durch Erwärmung, oder ohne dieſe? *d. H.*

Weit merkwürdiger als alles dieses, war mir aber nun folgendes Phänomen. Ich brachte den aus dem Glase herausragenden Draht nun mit dem isolirten Reibezeuge der Electrisirmaschine in Verbindung, und nachdem ich den Conductor durch eine Kette mit der Erde in Gemeinschaft gesetzt hatte, wurde dem in der Wassersäule befindlichen Drahte — *E* beigebracht. Zu meinem Erstaunen sah ich hier die Luftsäule sich verkürzen, und nach kurzer Zeit war die Verkürzung so groſs, daſs sich die ganze vorher 6″ 7‴ lange Säule, bis auf 5″ 5‴, also um 1″ 2‴ vermindert hatte, wenn das Ganze der Temperatur des Gefrierpunktes ausgesetzt war.

Diese Bemerkungen geben über unsre Vorstellungsarten im Gebiete der Meteorologie wichtige Aufschlüsse; sie lassen uns die Bildung des Regens, die Veränderungen des Dunstkreises, seine verschiedenen Wirkungen gegen das Barometer und Manometer, aus einem ganz neuen Gesichtspunkte erblicken; ja, sie geben uns sogar die Aussicht, die nahenden Regenwolken nach Willkühr zerlegen, und ihnen den Regen entlocken zu können, so gut wie wir der Atmosphäre schon die Gewittermaterie zu entlocken geschickt sind. Sie zeigen uns ferner den zureichenden Grund von der beständigen Gegenwart der freien Electricität bei Regengüssen, die bald + *E* bald — *E* ist; und auch hier wird Herrn Zylius Satz: daſs das Wasser, welches wirklich im Dunstkreise in einer solchen Form existirt, daſs es nicht mehr hygroskopisch wirken kann, *vom*

sserdunste sehr wohl unterschieden werden muss, tätigt. Meine Erfahrungen beweisen aber auch gleich, dass wir *keine Auflösung des Wassers in Luft* anzunehmen nöthig haben, und dennoch s seine Existenz im Dunstkreise, in einem sehr ausdehnten, dessen ungeachtet aber gleichsam trockn Zustande, vorstellen können.

Ich werde meine Versuche aufs neue wiederhlen und sie vervielfältigen. Ich habe die Resule derselben für die königl. Akademie der Wissenaften bestimmt, und werde sie Ihnen dann im iszuge mittheilen. Ob Sie indessen von diesen merkungen in Ihren Annalen vorläufig Gebrauch achen wollen, stelle ich Ihnen ganz anheim. *)

*) Gewiss verdienen diese wichtigen Versuche in jeder Rücksicht Aufmerksamkeit. Van Marum glaubte zwar aus seinen Versuchen der Electricität allen Einfluss auf das Verdünsten der Flüssigkeiten absprechen zu müssen: (*Annalen*, I, 120.) da er aber die Verdünstung nicht durch das Volumen der sich bildenden elastischen, sondern durch den Gewichtsverlust der verdünstenden tropfbaren Flüssigkeit zu bestimmen suchte, so ist es sehr erklärbar, wie ihm dieser Einfluss entgehn konnte, den die Hermbstädtschen Versuche auf eine so einfache Art darthun. Sehr zu wünschen wäre es, dass bei ihrer Wiederhohlung auf die Art des Gas, das sich bildet, gesehn würde, welches ich für Wasserstoffgas, (und das Ganze für eine neue Methode der Wasserzersetzung durch Electricität,) zu halten geneigt seyn möchte, wenn nicht die höchst merkwürdige Gasverminderung durch — *E*, dieser Mei-

In einer bei der königl. Akademie der Wiss-schaften am 11ten Dec. v. J. abgelesenen Abhandl. habe ich untersucht: *ob zwischen den alkalischen den und den alkalischen Salzen ein wesentlicher terschied vorhanden ist*, und wie er sich bestimme läſst. Sie wissen, daſs Fourcroy in seinem System der Chemie, und so auch Herr Bergrath Scherer und H. Prof. Trommsdorf in ihren chemisch Handbüchern, die *Kalk-*, *Baryt-* und *Strontianerde* aus der Classe der erdigen Substanzen ausgehoben und den alkalischen Salzen untergeordnet haben. Wenn gleich nicht geläugnet werden kann, *daſs* jene Materien sich in vielen ihren Eigenschaften den alkalischen Salzen sehr nähern, so besitzen sie indeſs doch auch Eigenschaften, welche sie mit allen übrigen Erden gemein haben, und wodurch sie sich von den alkalischen Salzen unterscheiden. Dahin gehört z. B. das charakteristische Merkmahl, daſs die gedachten Erdarten, gleich allen übrigen, in einer neutralen Verbindung mit der Kohlensäure, im Wasser unauflösliche, die alkalischen Salze aber in dieser Verbindung allemahl leicht auflösliche Mischungen für das reine Wasser darbieten. Hierauf gründe *ich* folgende Bestimmung des Unterschiedes zwischen den alkalischen Erden und alkalischen Salzen:

nung geradezu entgegen zu stehn schiene. Diese durch wiederhohlte und abgewechselte Versuche auſser allen Zweifel gesetzt zu sehn, muſs gewiſs jeder Physiker wünschen. *d. H.*

Erden find: 1. mit Säuren mifchbar; 2. mit
›hlenfäure neutralifirt, im reinen Waffer nicht
bar und gefchmacklos; 3. in der Hitze nicht
ifch reducirbar.

Alkalifche Salze find: 1. mit Säuren mifchbar;
: Kohlenfäure neutralifirt, fchmackhaft und
iem Waffer auflösbar.

'on Herrn Regierungsrath Hebebrand.

Büdingen d. 11ten Febr. 1801.

– — Sie machen mich auf etwas in meinem
en Briefe *) aufmerkfam, welches einer Berich-
g bedarf. Die *Funken*, welche ich an den Fin-
gefehn habe, und deren Erfcheinung Ihnen,
ders aufser der Kette, mit Grunde auffiel,
n ein optifcher Betrug in der Dämmerung, in
ch den Draht von andern Gegenftänden nicht
fcheiden konnte. Er wurde durch die Parallaxe
:facht, welche durch Erhöhung oder Erniedri-
der mit ftetem Blicke auf die Funken gehefte-
Augen nothwendig entftehen und den fchein-
ı Ort der Lichtpunkte verändern mufste. Seit-
ich diefen Verfuch bei Tage oder Abends bei
te anftelle, erfcheinen die Funken nur allein
em geriebenen Drahte, und ich bin nun ver-
rt, dafs ihre Erfcheinung an den Fingern, fo

*) *Annalen*, 1801, VII, 254, über des Verf. Verfu-
che mit Volta's Metallbatterie. *d. H.*

wie auch das weiſse Licht an dem Waſſerbleie, optiſche Täuſchungen waren, obgleich ein guter Beobachter, der dieſe Verſuche bei Lichte Abends wiederhohlt hat, noch immer Funken an einem der Finger geſehn haben will. Ueberhaupt iſt es mit den Funken, wenn man ſie in Menge verlangt, eine ungewiſſe Sache. Noch zur Zeit weiſs ich nichts aufzufinden, wobei man auf einen ſichern und beſtimmten Erfolg mit Zuverläſſigkeit rechnen könnte.

Was ich in meinem vorigen Schreiben von *Verſtärkung der Batterie* erwähnt habe, hat ſich durch fortgeſetzte Beobachtungen beſtätigt. Nachdem bei abermahliger Aufſtellung der Säule alle Kraft derſelben vor einigen Tagen ſchon ſo weit verſchwunden war, daſs ich mit meiner gewöhnlichen Leitung nur ein ſchwaches Gefühl an den Lippen erregen konnte, nahm ich eine faſt 1″ dicke, und 22″ lange meſſingene, und mit $1\frac{1}{2}''$ dicken Kugeln an beiden Enden verſehene Röhre, faſste ſolche mittelſt eines mit Salzwaſſer durchnäſsten Lappens, und legte ſie mit dem andern Ende auf den Silberhaken. Ein 15″ langer Meſſingſtab mit zwei Knöpfen machte die Verbindung zwiſchen dem Zinkhaken und der angefeuchteten Unterlippe. Sogleich, bei der erſten Berührung, fühlte ich die neu belebte Wirkung der Batterie, und nach einigen ſchwachen Schlägen mit der Röhre auf den Silberhaken vermehrte ſich dieſelbe dergeſtalt, daſs mit jedem Schlage nicht nur eine convulſiviſche Bewegung der Lippe, ſondern auch in dem rechten Vorderarme eine ungewöhnlich

wöhnlich starke Erschütterung verursacht wurde. Die Electricität an beiden Enden der Säule nahm in einer solchen Kette dermaßen zu, daß der Condensator in einer Entfernung von 8″ die Goldstreifen eines Electroskops eben so weit aus einander trieb, als es vorher in der Weite von 2″ kaum geschehn konnte. Ich glaube also, daß die Wirksamkeit jeder Metallbatterie durch eine so verstärkte Leitung bis zu einem beträchtlichen Grade gleich anfangs erhöhet werden könne. Bei diesen Versuchen wird der obere Zinkhaken in seiner Lage oft beunruhigt. Ich habe deswegen ein kleines Schraubenwerk auf dem durchbrochenen Deckel des Gestelles angebracht, an dessen Bogen noch ein mit Knopf und Haken versehenes messingenes Querstänglein befestigt ist, zu mehrerer Bequemlichkeit bei andern Versuchen. Eine Glasschale, um den Geschmack der Flüssigkeiten in der Kette zu versuchen, oder auch um von demselben einen medicinischen Gebrauch zu machen, läßt sich ebenfalls leicht zurichten. Die Gefühle, welche bei diesen Operationen im menschlichen Körper erregt werden, sind nach der Idiosynkrasie eines jeden sehr verschieden. Bei einigen wird eine fliegende Hitze verursacht, welche den ganzen Körper durchdringt und mit beständigem Durste vergesellschaftet ist. Andere empfinden nur örtliche Schmerzen, die aber für Nerven- und Muskelfasern so angreifend sind, daß sie nur Augenblicke dabei aushalten können. Auch kömmt hierbei vieles auf das Alter an. Fortgesetzte Er-

fahrungen mit unbefangenem Sinne werden noch vieles hierüber aufklären.

---

3. *Von Herrn C. H. Pfaff.*

Kiel den 10ten März 1801.

Jetzt erst erhalte ich Stück 2 Ihrer Annalen vom Jahre 1801, in welchem Sie au eine für mich schmeichelhafte Art die kurze Nachricht von meinen ersten, freilich noch rohen Versuchen mitgetheilt haben. Die zwei ersten Stücke des neuen Jahrganges Ihres Journals enthalten eine reiche Aernte galvanischer Versuche, und unter diesen haben die Ihrigen über Funken etc. ganz vorzüglich meine Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Da ich seit meinem letzten Briefe an Sie *) meine Versuche ununterbrochen fortgesetzt habe, und meine chemischen Versuche eigentlich erst nach Verfertigung des Apparats, von dem ich Ihnen eine kleine Beschreibung mittheilte, *) ihren Anfang nahmen; so boten sich mir inzwischen noch eine Menge Beobachtungen dar, von denen ich nun sehe, dass sie auch von Andern bereits gemacht wurden. Indessen glaube ich doch einige Erscheinungen bestimmter wahrgenommen, auch einiges bemerkt zu haben, was wenigstens denjenigen, deren Versuche in Ihren Annalen beschrieben sind, entgangen zu seyn scheint. Hier nur ein kleines Resumé dieser meiner neuen Versuche.

*) *Annalen*, 1801, VII, 371 und 363. *d. H.*

Meine fortgesetzten Versuche über die *Funken,**) über die nähere Beschaffenheit derselben, über die Umstände, die auf ihre Erscheinung, auf ihre Stärke etc. Einfluss haben, stimmen im Wesentlichen mit den Ihrigen überein. **) Ich finde die Vergleichung der obern Funken am passendsten mit denen, welche man aus dem Stahle hervorlockt; allerdings sind sie sonnenartig, bisweilen sprühend, vom lebhaftesten, bald mehr hell, bald mehr dunkelgelbem Glanze. Dass sie nur im Augenblicke der unmittelbaren Berührung zum Vorscheine kommen, möchte ich beinahe bezweifeln. Ohnedies entfernt die Art, wie ich sie durch Berührung des feinsten Goldblättchens, das am Haken der obern Zinkplatte hängt, mit einem feinen Drahte hervorlocke, die Meinung, als wenn *Druck, Reiben,* zu ihrer Entstehung erforderlich wäre. Aber allerdings befördert dies ihre Entstehung. Sie kommen, wenn sie nicht mehr erscheinen wollen, wieder zum Vorscheine, wenn man mit dem Drahte über den Rand der obern Zinkplatte leicht reibend hinfährt, ***) gerade wie auch die Zuckungen bei einer solchen leicht reibenden Bewegung der Armaturen über einander leichter und stärker zum Vorscheine kommen. Wenn die Batterie sehr wirksam im Funkengeben war, so war das Knittern ausserordentlich merklich, gerade so, wie

*) Vergl. S. 248.
**) S. 161, 166 f.
***) Vergl. S. 488.

man bei den Funken des Stahls ein ähnliches Knittern hört. *Mit diesem möchte ich es am meisten vergleichen.* Es ist eine Frage, ob diese Funken nicht, wie Sie bemerken, auf einem *wahren Verbrennen* des *angewandten Metalls* beruhen, und ob darum nicht die feinen Drähte, besonders die feinsten *Silberdrähte*, wie auch Herr Böckmann bemerkt, den Vorzug haben, und am dienlichsten zur Hervorlockung dieser Funken sind. Dass zwei wohlpolirte Kugeln von Messing etc. einander genähert gar keine oder nur äusserst unmerkliche Funken geben, bestätigt diese Meinung noch mehr. Gerade aber dadurch wird das, was ich für Analogie mit der Electricität hielt, *Differenz*. Die feinsten Spitzen mit dem Rande der obern Zinkplatte in Berührung gebracht, fand ich fast immer am wirksamsten; stumpfe und mehrere Linien dicke Drähte nie in dem Grade. Auch bei Berührung der obern Silberplatte statt der Zinkplatte erhielt ich Funken. Mit feinen Spitzen lockte ich aus *einer Säule von* 8 *Lagen*, besonders bei starker Erwärmung, *schon Funken hervor*. Sehr wirksam zur Hervorlockung der Funken zeigten sich auch alle *Braunsteinerze*, besonders je erdiger, zerreiblicher, sie waren. Auch taugten sehr gut die Holzkohle und der Graphit. Der Einfluss der Ruhe auf die Wiederentstehung und Verstärkung der Funken bemerkte ich öfters. Eine solche bestimmte Funkenperiode wie Sie, habe ich bis jetzt nicht wahrnehmen können. In meinen Versuchen waren Funkenlebhaftigkeit und galvanische

Wirksamkeit auf die Nerven gewöhnlich gleichlaufend. Die Lebhaftigkeit und Schnelligkeit der chemischen Zersetzungen schienen aber hiermit nicht in geradem Verhältnisse zu stehen.

Was die verschiednen Mittel, die Batterie zu verstärken, betrifft, so hebe ich nur Einiges aus. Von andern Metallen als das Silber, die ich mit dem Zink componirte, fand ich *Kupferplatten* sehr wirksam, besonders um chemische Zersetzungen damit zu bewirken. Auch werden sie sehr stark von einem grünen Roste beschlagen. Nicht selten bemerkte ich, dass eine Batterie, die ich eben aufgeführt hatte, im Anfange äusserst schwache Erschütterungen gab, und gleichsam nur allmählig zu Kräften kam. Dies bemerkte ich besonders bei Kupfersäulen. Ein Hauptpunkt, die Batterie recht stark zu erhalten, bestand darin, sorgfältig zu vermeiden, dass zwischen die zwei Metallplatten selbst keine Feuchtigkeit kam. *) Dadurch, dass ich zwischen die zwei Metallplatten ebenfalls eine mit Salzwasser genässte Pappe brachte, konnte ich *allen Effect der Säule vernichten*, denn nun hoben sich die Actionen der beiden Metalloberflächen wechselseitig auf. Ueberhaupt finden hier Ritter's Gesetze über die Wirksamkeit und Nichtwirksamkeit einer galvanischen Kette vollkommen ihre Anwendung. Ich entlud nicht selten zwei Batterien durch einander, indem

*) Diese Versuche bewähren die von Ritter S. 373 beschriebne Einrichtung. d. H.

ich den — Pol der einen mit dem + Pol der andern, und so umgekehrt in Wechselwirkung brachte. Mit starker Erschütterung hoben sie sich wechselseitig auf. Wenn ich meine Säule unten mit Zink statt mit Silber anfing, übrigens die gewöhnliche Ordnung: Pappe, Silber, Zink, Pappe, Silber etc. etc., beobachtete, so wurde nun die unterste Silberplatte nicht mehr ungewöhnlich oxydirt, da hingegen bei gewöhnlicher Construction der Säule: Silber, Pappe, Silber, Zink, Pappe, Silber, die unterste Silberplatte an der Fläche, wo die Pappe auflag, jedesmahl dunkelbraun oxydirt war. Einmahl bemerkte ich bei dieser Construction Etwas, was Sie ebenfalls bemerkten, daſs nämlich im Augenblicke der Schlieſsung der Kette, da sich destillirtes Waſser in derselben befand, der reichlichste Gasstrom von dem Golddrahte, der mit der obern Zinkplatte verbunden war, aufstieg, und in den ersten 10 Minuten vom sogenannten Drahte des Silberendes kein Gasbläschen sich entwickelte. Aber nach einiger Zeit kam alles wieder in die gewöhnliche alte Ordnung, ein reichlicher Strom von Waſserstoffgas vom Silberende und sparsamer Strom von Sauerstoffgas vom Zinkende. — Sollten Sie in den Fällen, wo Sie ein von der gewöhnlichen Regel so abweichendes Resultat, nämlich den Gasstrom von der Oxygenseite erhielten, vielleicht den Versuch nicht lange genug fortgesetzt haben? *)

*) Ich endete den Versuch nach 10 bis 15 Minuten.

Ieine vorzüglichste Aufmerksamkeit widmete wie Sie sich leicht denken können, den *chemi-* . *Erscheinungen*, und hier leistete mir mein cher Apparat die trefflichsten Dienste. Durch n waren nämlich die beiden Prozesse so be- nt von einander abgesondert und isolirt, dass mit größster Genauigkeit die eigenthümliche kungsart eines jeden Pols bestimmen konnte. iss hat diese Methode der Durchleitung durch Kork entschiedne Vorzüge sowohl vor Rit- s durch Vitriolsäure, als Davy's durch thie- e Fiber, mit welcher letztern ich erst nach ldung meines Apparats bekannt wurde. Ich uchte destillirtes Wasser, Säuren, und Auflö- gen von mancherlei Salzen. In meinem ersten suche, von dem ich Ihnen in meinem letzten fe bloss das Resultat mittheilte, hatte ich die kwürdige Erfahrung von Entstehung der Salpe- äure noch nicht gemacht. Damahls hatte ich dem Golddrahte der Oxygenseite viel Sauer- fgas erhalten, und die Spuren einer Säure in die Hälfte des Wassers waren nur schwach. Aber dem habe ich jene merkwürdige *Bildung der* *peterfäure*, von der Herr Böckmann einen stand anführt, constant beobachtet. *) In drei

hatte aber die Säule mit Sorgfalt in allen Ketten harmonisch gebaut, wiederhohlte auch den Versuch, (S. 177, 178,) mehrere Mahl. *d. H.*

*) Vergl. S. 245 und 109. *d. H.*

Verfuchen, wo ich gekochtes deſtillirtes Waſſer anwandte, wurde in der Hälfte des Waſſers auf der Oxygenſeite der Geruch von *ſalpetriger Säure* ſchon nach den erſten 6 Stunden ſehr merklich, und als ich mit einer und derſelben Portion den Verſuch jedesmahl mehrere Tage ununterbrochen fortſetzte: ſo wurde am Ende das ganze Zimmer von dieſem Geruche erfüllt. Eine Prüfung dieſes Waſſers mit verſchiednen Reagentien zeigte mir die deutlichſten Spuren der Salpeterſäure. Merkwürdig war, daſs bei Anwendung des bloſsen deſtillirten Waſſers der reine Golddraht ebenfalls angegriffen, und in jenen Purpurkalk verwandelt wurde, welchen die *Electricität*, ſo wie *die ſalpetrige Säure* hervorbringen, ſo daſs das Waſſer ganz violett davon gefärbt war. Bei Anwendung des ſalzſauren Kalkes erhielt ich durch das entſtehende Königswaſſer, die ſchönſte Goldſolution. Auch bei Anwendung einer *Bitterſalz*-Auflöſung. In der andern Hälfte des Gefäſses zeigten ſich bei Anwendung von deſtillirtem Waſſer deutliche *Spuren von Alkali*, über deſſen Natur ich aber noch nichts entſcheiden will. Ganz rein fand ich das Hydrogengas bis jetzt noch nicht, immer mit etwas wenigem Sauerſtoffgas dem Volumen nach gemiſcht. Aus der ſalzſauren Kalkerde wurde etwas Kalk niedergeſchlagen, vielleicht durch eine Zerſetzung der Säure; eben ſo aus dem Bitterſalze die Talkerde, die ſich als Schuppen um den Golddraht anlegte, und ſeine gelbe Farbe noch reiner machte. Nachdem ich nun längere Zeit dieſe Ver-

ſuche

suche fortgesetzt habe, ist mein Golddraht auf der Oxygenseite gröfstentheils zerfressen, äusserst mürbe geworden, und will mir fast kein Sauerstoffgas mehr geben, erzeugt aber desto mehr Salpetersäure. So weit gehen meine bisherigen Versuche.

Die wichtigsten, die ich noch vorhabe, sind über den Einfluss verschiedner Gasarten, wozu Haldane's Versuche doppelt auffordern. *) In meiner Theorie dieser merkwürdigen Erscheinungen bin ich noch nicht weiter gekommen. Von Kopenhagen schreibt man mir, dass das Bennetsche Electrometer von 600 Platten deutlich afficirt würde, wenn man den untern Theil desselben mit der untersten Platte der Batterie auf einem Isolirbrette in Verbindung brachte, und auf den obern Theil desselben einen galvanischen Funken fallen liess. Ob die galvanische Batterie Einfluss auf die Magnetnadel habe, darüber habe ich bis jetzt Versuche anzustellen versäumt. Mit Begierde sehe ich einem neuen Hefte Ihres Journals entgegen, das uns gewiss wieder einen oder den andern interessanten Aufsatz über diese wichtige Materie bringen wird. **)

*) Eine sehr wichtige Abhandlung über diesen Einfluss im nächsten Stücke. d. H.

**) Dieses kann ich für die 4 nächsten Hefte schon jetzt mit Gewissheit versprechen. d. H.

4. *Von Herrn Dr. Heinrich Steffens.*

Freiberg den 8ten März 1801.

Ich überschicke Ihnen hier einige Versuche mit der Voltaischen Batterie, welche ich einer Bekanntmachung für werth halte. Durch die Sorgfalt, mit welcher Sie alles, was in diesem neuen Zweige der Physik geschieht, sammeln und kritisch zusammenstellen, erwerben Sie sich ein so wichtiges Verdienst um die Wissenschaft, dass ich es für unrecht halten würde, wenn Ihnen nicht alle Versuche und Deliberationen über diesen Gegenstand in Deutschland mitgetheilt würden.

Meine Batterie aus 60 Lagen stand zwischen 4 trocknen Glasstangen, und es ward dabei alles, was leiten konnte, sehr sorgfältig vermieden. Der Draht von der Zinkseite wirkte sehr deutlich auf das äusserst empfindliche *Bennetsche Electroskop* des Herrn Prof. Lampadius; doch setzte eine nur mäsig geriebene Siegellackstange die Goldblättchen weit mehr in Bewegung. Der Draht von der Silberseite hob zwar diese Wirkung auf, schien aber gar keine Divergenz im Electroskop zu bewirken.

Ich habe mit den Drähten *Phosphor angezündet*, auch im Finstern sehr deutliche *Funken* erhalten, auf die Art wie Prof. Pfaff, mittelst Goldblättchen. Hierbei kam es vorzüglich darauf an, ob die Goldblättchen sich bloss mit den feinsten Spitzen, oder mit ganzen Flächen berührten; nur im ersten Falle kamen die Funken zum Vorscheine. Ueberhaupt hatte ich mehr als Eine Gelegenheit, die Wirksam-

eit der *Spitzen* zu beobachten. Wenn bei den iemischen Zerletzungen die Spitzen der Dräthe icht ringsum frei in der Flüssigkeit hingen, sonern sich an die Wände der Glasröhre lehnten, war ie Gasentwickelung augenscheinlich viel geringer. wei sehr dicke Stahldrähte gaben in einer Röhre oll Wasser, so lange sie stumpf waren, nur sehr venig Gas, und augenscheinlich mehr, als sie spitz efeilt wurden. Es fällt sehr auf, wenn man bei ieser Art von Versuchen oft die Gasentwickelung hne alle bemerkbare Ursache abnehmen, oder wohl gar aufhören, und darauf wieder auf einmahl sehr stark werden sieht. Eine Ursache des Schwächerwerdens ist, wenn die Spitzen in der Röhre nicht frei hängen. Eine andere glaube ich darin entdeckt zu haben, dass *die perpendikuläre* oder *die der Säule conforme Richtung die thätigste* ist, welches man am deutlichsten wahrnimmt, wenn die Gasentwickelung etwas schwach ist.

Weder Henry, noch Cruickshank, noch Davy scheinen, in Hinsicht auf die Thätigkeit des *Ammoniaks* in der Voltaischen Batterie, auf der rechten Spur zu seyn. Ich habe die Gasarten, die sich auf der Sauerstoffseite entwickelten, für sich gesammelt, (indem ich den einen Schenkel einer stark gebogenen mit Ammoniak gefüllten Glasröhre hermetisch verschloss, den andern aber offen liess,) und habe immer, sowohl durch die Probe mit Salpetergas, als über Schwefelleber, fast bloss Sauerstoffgas und sehr wenig, (etwa $\frac{1}{5}$,) Stickgas gefun-

den, auch wenn ich ein ſtarkes, ätzendes Ammoniak brauchte. Ja ein entzündetes Schwammſtück in die mit der Luft erfüllte Röhre hineingebracht, brannte auffallend heller. — Davy, (*Annalen*, VII, 122,) läugnet ganz die Zerlegung des Ammoniaks, und behauptet, daſs es nur die Gasentwickelung verſtärkt. Wirklich habe ich auch ſelbſt einen Verſuch angeſtellt, wo das Ammoniak offenbar *nicht zerlegt wird.* Ich brauchte Kupferdrähte. An dem Drahte der Zinkſeite wurde kein Gas entwickelt. An der Spitze ſah man nur eine blaue Wolke, die ſich zu vertheilen ſchien; aber immer von neuem entſtand. Der Draht der Silberſeite entwickelte viel Waſſerſtoffgas, wurde aber zugleich mit bräunlichen Flecken beſetzt und ganz mit einer glänzenden Rinde überzogen. Brachte man einen Golddraht von der Silberſeite in die Röhre, ſo entſtanden auf der Spitze dieſelben Flecken, und der Goldfaden war mit einer gediegenen Kupferrinde überzogen. Dieſe Erſcheinung iſt leicht zu erklären. Der eine Draht wurde oxydirt und zugleich im Ammoniak aufgelöſt; der andere Draht bewirkte eine Präcipitation dieſes aufgelöſten Kupfers in gediegenem Zuſtande; — eine Erſcheinung, die in der neuern Chemie nicht unbekannt iſt. Hier iſt alſo an keine Zerſetzung des Ammoniaks zu denken, und der ganze Verſuch ſpricht auffallend für Davy.

Nimmt man aber ein Metall, welches ſich vom Golde, (Davy brauchte Goldfaden,) durch ſeine groſse Verwandtſchaft gegen Sauerſtoff, und von

Kupfer durch seinen Mangel an Verwandtschaft gegen das Ammoniak unterscheidet, z. B. *Eisendrähte*; so wird das Ganze verwickelter. Bekanntlich wird das Eisen durch die Wasserzersetzung in der Kette der Voltaischen Batterie sehr schnell oxydirt, und das Wasser in einigen Minuten schon von einem grünlichen Eisenoxyd ganz getrübt. Ist aber das Wasser auch nur mässig mit Ammoniak geschwängert, so wird das Eisen dadurch auf der Zinkseite *für alle Oxydation geschützt; ja, der Draht der Zinkseite entwickelt, wie ein Goldfaden, Gas* um so stärker, je mehr das Wasser mit Ammoniak geschwängert ist; und dieses Gas gab mir, wie ich oben erwähnte, eine bedeutende Menge Sauerstoffgas. Also wird hier sogar Sauerstoff frei, ohne dass das Eisen oxydirt wird. Ich übergehe einige ähnliche unvollendete Versuche, und auf diese gegründete Vermuthungen, da selbst eine falsche Theorie minder gefährlich ist, als ein falscher Versuch. — Jene appellirt an unsre Vernunft, — und die hat doch wohl ein jeder Naturforscher bei der Hand; dieser an unsern Glauben. Da aber meine Lage mir nicht erlaubt, diese Versuche bald zu vollenden, so muss ich andern die Enträthselung überlassen. Offenbar findet indess ein ganz anderes Verhältniss statt, als das, welches Davy angiebt.

---

5. Von Herrn Dr. Anschelt,
Professor zu Mainz.

Mainz den 17ten Nov. 9.

Da ich eben das 4te Heft des 6ten Bandes Ihrer Annalen erhalte, erinnere ich mich, daſs ich Ihnen schon längst über die daselbst angeführten *Hermbstädtschen Attractions-Versuche* einige Bemerkungen mittheilen wollte. Ich habe nämlich voriges Jahr diese Versuche vielfältig wiederhohlt, und nicht nur Anziehung in die Ferne zwischen Metallplatten und Quecksilber, sondern auch zwischen andern starren und flüssigen Körpern, die ich zur Hand hatte, wahrgenommen. Es ist aber bei diesen Versuchen äuſserst schwierig, die Entfernung genau zu bemerken, in welcher die Anziehung erfolgt. Sie schien mir indessen nie gröſser als eine Viertel-Linie. Ich bediene mich bei diesen Versuchen, um die Flüssigkeit dem an der Wage befestigten starren Körper allmählig zu nähern, der kleinen, zum electrischen Apparat gehörigen Presse; denn dadurch, daſs ich die obere Platte der Presse vermittelst der beiden Schrauben in die Höhe bringe, habe ich den Vortheil, daſs die Flüſsigkeit kaum erschüttert wird. Aber was Ihnen angenehm seyn wird zu erfahren, ist wohl noch dieses, daſs ich auch die nämlichen Versuche im luftverdünnten Raume mit demselben Erfolge angestellt habe.

---

6. *Von den Herren Ritter und Bockmann.*

— — Am 22sten Febr. habe ich auch auf der Seite des Violetts im Farbenspectrum, ausserhalb desselben, Sonnenstrahlen angetroffen, und zwar durch Hornsilber aufgefunden. Sie reduciren noch stärker, als das violette Licht selbst, und das Feld dieser Strahlen ist sehr grofs. (Vergl. *Annal.*, 1801, VII, 149, Anm.) Nächstens mehr davon.

Ritter.

— — Ich habe eine Voltaische Batterie von 100 Lagen *Zinn* und *Kupfer*, allein die Wirkung ist ganz unbedeutend; stärker zeigt sich eine Säule von *Kupfer* und *Zink*, und Säulen aus allen 4 Metallen fand ich ziemlich wirksam. *)

In der Meinung, Rouppe werde seine Versuche über die Absorption der Gasarten durch ausgeglühte Kohlen längst fortgesetzt haben, unterliess ich, eigne Versuche darüber fortzusetzen. Ich hatte mir einen sehr zweckmäfsigen Apparat dazu verfertigen lassen, der doch im Wesentlichen mit dem Rouppeschen übereinstimmte, auch in Ansehung der Absorption ähnliche Resultate erhalten. Allein es gelang mir nicht, aus oxydirten Kohlen Sauerstoffgas auszutreiben, ungeachtet ich sehr vorsichtig

*) Man vergl. Ritter's Brief S. 373. Herr Prof. Göttling in Jena empfahl vor kurzem im Intelligenzblatte der Allg. Litter.-Zeit. statt des Silbers eine Mischung aus 2 Theilen Blei und 1 Theile gereinigten Spiessglanz-Metalles, welche sich minder als das Kupfer oxydiren, und in Säulen aus 100 Lagen mit Zink ungefähr so kräftig wirken soll, wie ähnliche Zink-Silber-Batterien aus 100 Lagen.
d. H.

zu Werke ging. Das erhaltene Gas war nach einer nicht sehr genauen Prüfung, ein Gemisch oder Gemenge von Sauerstoffgas, Stickgas und Kohlenstoffgas. Die interessanten Versuche, die van Mons deshalb entworfen, dürften also vielen Schwierigkeiten unterworfen seyn. — —

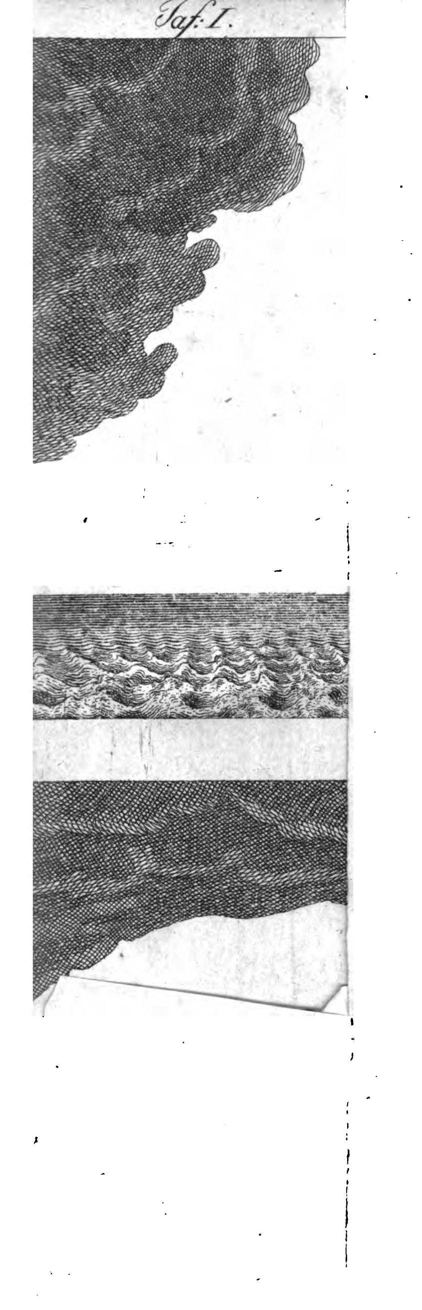
Auf Bitte eines hiesigen Buchhändlers bin ich gegenwärtig mit der Herausgabe einer Abhandlung *Chaptal's sur les Vins* beschäftigt, welche in Bruchstücken in den *Annales de Chemie* herauskömmt, und vollständig im *Cours d' agriculture* enthalten ist. — —

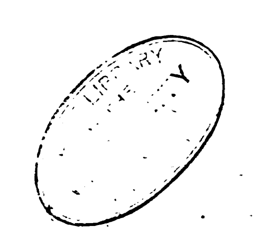
C. W. Böckmann.

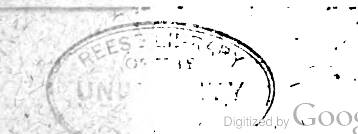
Preisvertheilung

der *Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin* den 21sten Aug. 1800, auf die den 24sten April 1798 aufgegebene Frage: „Kann man, unter der Voraussetzung, dass zur Erzeugung und Bildung des *Hagels* in der Luft Electricität erforderlich ist, hoffen, die Gewitterwolken zur Formation desselben unfähig zu machen, und seine Entstehung zu verhindern, so wie etwa bei den Blitzen durch die Ableitung geschieht? — Was sind hierzu für Mittel anzuwenden, und was sind bis jetzt in dieser Sache überhaupt für Wahrnehmungen und Data vorhanden, auf die man vorzüglich Acht geben muss?" — Der Preis von 20 Dukaten wurde der Abhandlung des Hrn. Wrede, Prof. der Math. und Phys. am Friedr. Wilhelms-Gymnasium in Berlin, zuerkannt; diese Abhandlung wird im dritten Bande der Neuen Schriften der Ges. Naturf. Freunde in Berlin erscheinen.

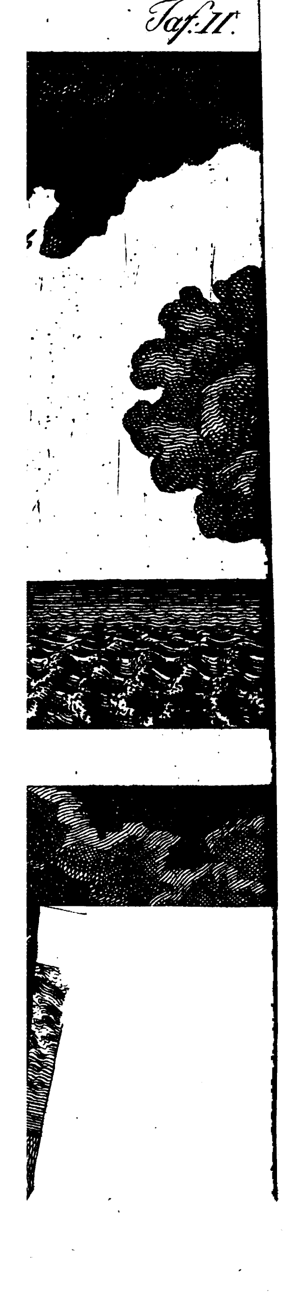



Taf. I.



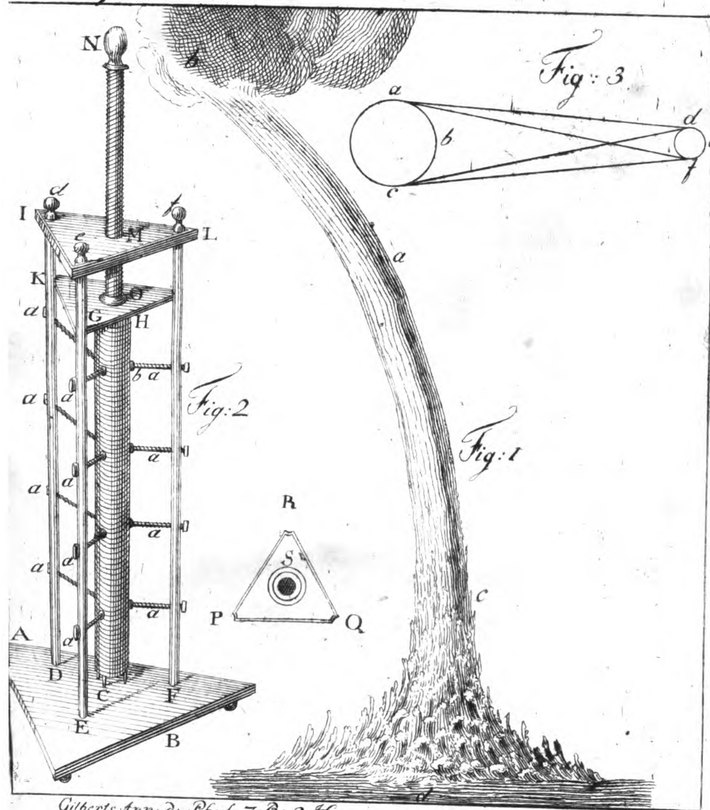


Taf. II.

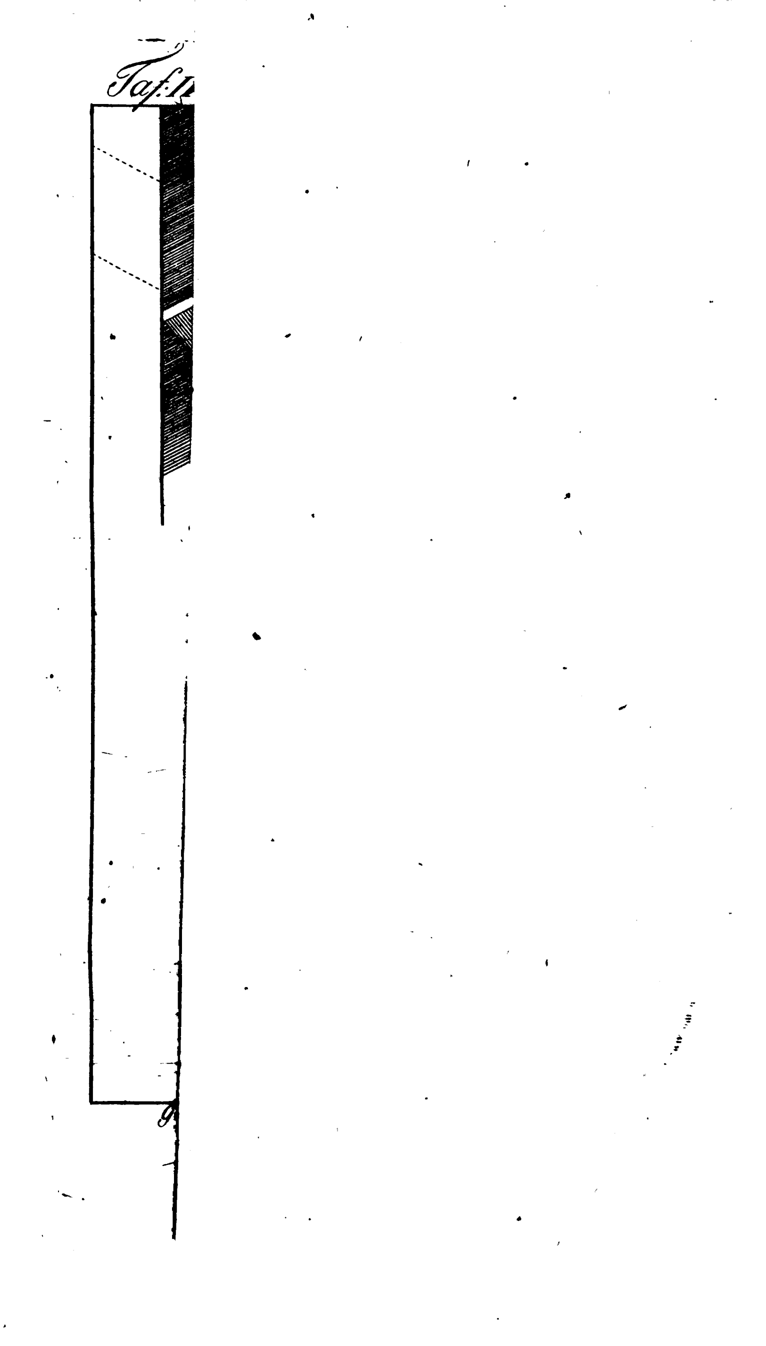


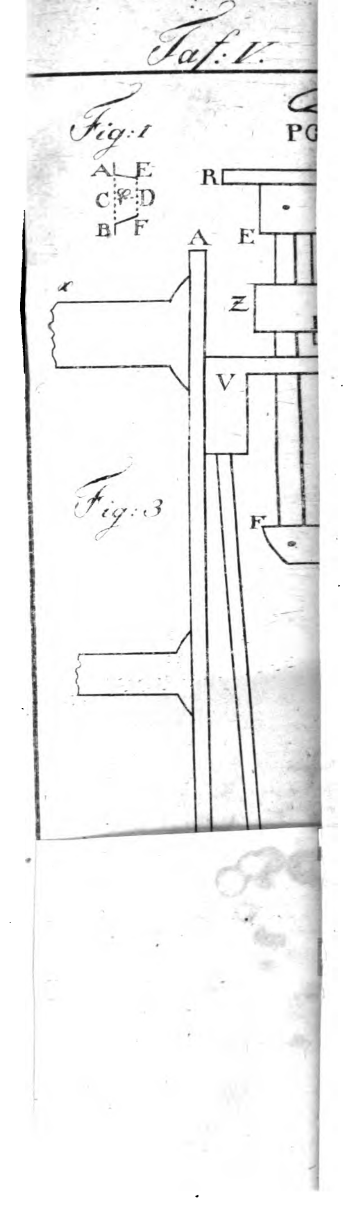

LIBRARY

Taf: III.

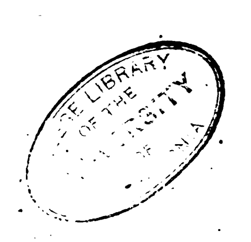


Gilberts Ann: d: Phys: 7 B: 2 H:





Taf: V.
Fig: 1
A
E
C
D
B
F
PG
R
A
E
x
Z
V
Fig: 3
F


LIBRARY
OF THE

